Die Zusammensetzung und Verdaulichkeit einiger Fischmehle und eines Walmehles.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Philosophischen Fakultät der Universität Rostock,

vorgelegt von

Hans-Christian Schulz

aus Rostock.

1930

Die Zusammensetzung und Verdaulichkeit einiger Fischmehle und eines Walmehles.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Philosophischen Fakultät der Universität Rostock,

vorgelegt von

Hans-Christian Schulz

aus Rostock.

1930

Referent: Herr Professor Dr. F. Honcamp.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Das Fischmehl hat in den letzten Jahren als Futtermittel immer mehr an Bedeutung gewonnen. Seine Wertschätzung verdankt es namentlich der biologischen Vollwertigkeit seines Eiweißes. Das Fett scheint reich an Vitaminen zu sein, sodaß auch in dieser Hinsicht der Wert als Futtermittel gehoben wird. Außerdem zeichnet sich Fischmehl durch seinen hohen Gehalt an Phosphorsäure und Kalk aus, beides Faktoren, welchen bei dem Mineralstoffwechsel des tierischen Organismus eine bemerkenswerte Bedeutung zukommt, während ein hoher Gehalt an Kochsalz mindestens unerwünscht ist. Diesem Umstand trägt jedoch die moderne Fischmehlindustrie weitgehend Rechnung, indem sie das Kochsalz unter Schonung der wertbestimmenden Anteile entfernt. Als wertvolles und demgemäß teures Futtermittel ist Fischmehl vielfach Verfälschungen ausgesetzt. Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der chemischen und mikroskopischenUntersuchung sowie der Feststellung der Verdaulichkeit einer Anzahl verschiedener Fischmehle. Mit herangezogen wurde auch Walmehl, welches ja bekanntlich nicht zu den Fischmehlen zählt.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549215_0207

I. Mikroskopische Untersuchung von Fischmehl und seinen Verfälschungen.

Die vielen günstigen Ergebnisse, die bei der Verfütterung von Fischmehl erzielt worden sind, haben naturgemäß eine bedeutende Steigerung des Verbrauches zur Folge gehabt, und da der Preis für gutes Fischmehl ziemlich erheblich zu sein pflegt, so ist hierdurch auch der Anreiz zu Verfälschungen gegeben. Aufgabe der Landwirtschaftlichen Versuchsstationen ist es, durch geeignete Untersuchungsverfahren derartige Verfälschungen mit Sicherheit zu erkennen, um den Verbraucher vor Ankauf minderwertiger Ware zu schützen. Solche Verfahren sind auch verschiedentlich ausgearbeitet worden. Es hat sich gezeigt, daß es nicht leicht ist, mit Sicherheit gewisse Verfälschungen festzustellen, sofern es sich um Produkte tierischen Ursprungs handelt. Nach den bisher gemachten Erfahrungen handelt es sich in den meisten Fällen um eine Verfälschung mit dem gegenüber Fisch- und Fleischmehl meist geringwertigeren Tierkörpermehl. Die Erkrankung an Milzbrand nach der Verfütterung von Fischmehl ist zweifelsohne auf eine Beimengung von Tierkörpermehl als einem Produkt aus hieran verendeten Tieren zurückzuführen, denn weder Fische kommen als Ueberträger von Milzbrandbazillen, noch reines Fischmehl als Träger von Milzbrandsporen in Frage. Aber auch verdorbenes Fleischmehl, welches ja beim Feuchtwerden durch Pilz- und Bakterienbefall leicht eine Zersetzung erfährt, ist als Verfälschung angewandt worden, zumal der oft fischige Geruch des Fischmehles andere Gerüche zu verdecken vermag.

Walmehl muß ebenfalls zu den Verfälschungen gerechnet werden, denn wenn es auch physiologisch den Fischmehlen nahesteht, so gehört es histologisch zu den Fleischmehlen. Es wird auch z. B. als Futtermittel nicht so hoch wie Fischmehl bewertet.

Die Grundlage für den Nachweis der genannten Beimengungen bildet die Kenntnis gut charakterisierter Bestandteile und Merkmale. Amerikanisches Fleischmehl, welches bei der Gewinnung von Liebigs Fleischextrakt anfällt, setzt sich zusammen aus Muskelfleisch und Bindegewebe, es enthält etwa 10 bis 15% Fett, aber keine Knochen. Wie bereits angedeutet, würde es für den Fälscher höchst unrentabel sein, in gutem Frischezustand befindliches Fleischmehl dem Fischmehl zuzusetzen. Es könnte sich in einem solchen Fall nur um verdorbenes handeln. Ein Fleischmehl, welches weniger wertvoll ist, wird aus Abfällen bei der Cornedbeeffabrikation gewonnen. Es enthält Bindegewebe, Fettstücke und Knochen. Bei seiner Herstellung werden auch Köpfe und Eingeweide ohne Inhalt verarbeitet. Letztere und das Fehlen von Muskelfleisch setzen natürlich die Qualität herab. Das Tierkörpermehl hat je nach den Rohmaterialien eine mannigfache Zusammensetzung. So findet man in einem Mehl, welches aus ganzen Tierleibern gewonnen wird, neben sämtlichen Bestandteilen des Fleischmehles noch Haare,

Haut, Blut und den Inhalt der Eingeweide. Wird das Produkt aus Abfällen hergestellt, so wird man entweder vorwiegend Fleischteile finden, welche mehr oder weniger Knochenstücke enthalten, aber auch in der Hauptsache aus Knochenteilen bestehen können. Eine dritte Art wird durch Verarbeitung der Eingeweide und deren Inhalt, also in der Hauptsache pflanzlichen Stoffen erhalten. Walmehl ist ebenfalls in seiner Zusammensetzung wenig konstant, je nachdem ob mehr oder weniger Knochen bei der Herstellung verarbeitet wurden. Der Fettgehalt ist auch größeren Schwankungen unterworfen, meistens gegen 15 %. Es kommen aber auch Mehle mit bis zu 33% vor. Pflanzliche Stoffe fehlen jedoch bis auf geringfügige, zufällige Beimengungen ganz.

Das Muskelfleisch ermöglicht mikroskopisch keine Diagnose, auch würde eine Serumdiagnose ohne Erfolg sein, da einerseits die Eiweißkörper durch die Herstellung der betreffenden Mehle eine biologische Veränderung erfahren, andererseits eine Unmenge der verschiedensten Antigene und Antikörper aus den verendeten Tieren vorhanden ist, daß diese unter normalen Bedingungen so scharfe Reaktion versagen würde. Ebenso werden die Fette — sonst sowohl chemisch wie physikalisch gut unterscheidbar, — in ihrer Konsistenz und Konstitution derart verändert, daß eine erfolgreiche Differenzierung nicht möglich ist. Man will jedoch hinsichtlich der Refraktometer- und Jodzahl zu guten Ergebnissen gekommen sein. Diagnostisch ist aber diese Methode wie auch die Prüfung von Bindegewebe wertlos. Blutkörperchen sind zwar leicht zu differenzieren, doch sind auch sie im Tierkörpermehl bis zur Unkenntlichkeit verändert. Schuppenteile sind wohl in jedem Fischmehl zu finden, ihre Feststellung sowie das Vorhandensein von Haaren — wegen ihrer Unverwüstlichkeit — fällt nicht schwer, doch ist ein Fehlen von Haaren wiederum kein Beweis dafür, daß Tierkörpermehl nicht zur Verfälschung diente, denn Haarteile sind ja nach den oben gemachten Erörterungen nur in solchen Mehlen vorhanden, bei denen die Tiere unenthäutet zur Verarbeitung gelangten. Es steht nur noch die Frage offen, ob die Struktur der Knochen oder Gräten eine Unterscheidung ermöglicht. Diese Frage hat R. Lucks[1]) mit Erfolg gelöst. Er hat gezeigt, wie man Säugetierknochen in Fischmehlen nachweisen kann, da ja diese Bestandteile der Mehle durch die Herstellung so gut wie keine Veränderung erleiden. In Knochen und Gräten befinden sich sogenannte Lakunen, kleine ovale Lücken mit von ihnen ausgehenden Porenkanälen, welche eine typische Beschaffenheit aufweisen. Die Größe, Form und Anordnung solcher Lakunen bei Fischgräten ist wesentlich verschieden von derjenigen der Knochen höherer Wirbeltiere. Außerdem fehlen den Fischgräten die für die Knochen höherer Wirbeltiere charaktristischen Haversschen Lamellen. Die Diagnose ist auch hier nicht so einfach, weil erst dünne Schliffe der Knochen bezw. Gräten hergestellt werden müssen, um ihre Durchsichtigkeit zu ermöglichen.

Nach Forschungen von Bartschat[2]) läßt eine Untersuchung

[1]) Landw. Versuchsstationen 1915. 86. 289—322.

[2]) Ueber den Nachweis von Säugetierknochen in Fischmehlen Chemikerzeitung 1927. 51, 518.

in Chloralhydratlösung eine sichere Differenzierung zu, erhöht durch das stärkere Lichtbrechungsvermögen der Chloralhydratlösung. Die Knochen werden dadurch hell und durchsichtig, und das Auffinden der in ihnen reihenweise angeordneten Lakunen fällt nicht schwer, während die meist glasig durchsichtigen Fischgräten nur fein schraffiert erscheinen. Bartschat empfiehlt jedoch die Herstellung authentischer Vergleichungspräparate.

In vielen Fällen soll sich auch die Reinheit des Fischmehles aus der Beschaffenheit seines Fettes, welches durch Extraktion gewonnen wird, ergeben. Ein reines Fischmehl hat je nach Abstammung ein hellgelbes bis dunkelbraunes, fließendes Fett. Es muß einen reinen Geruch nach Fischtran haben und darf nach 24-stündigem Stehen nur wenig verändert sein. Kristalldrusen dürfen nur vereinzelt abgeschieden sein. Ist das Fett jedoch talgartig oder schmalzähnlich, so besteht mindestens der Verdacht einer Fälschung.

Die Struktur von Walknochen gleicht derjenigen der Knochen höherer Wirbeltiere. Eine Verwechslung mit Tierkörpermehl ist jedoch insofern nicht möglich, als sich in letzterem vegetabilische Stoffe, aus den Eingeweiden stammend, finden, die aber in den Fisch- und Walmehlen, wie bereits erwähnt, nicht vorkommen. Der von Lucks gewählte Untersuchungsgang war etwa folgender:

Ein Teil der Originalprobe wird auf Schimmelpilze, Milben und auf evtl. Verdorbenheit untersucht. Einen anderen Teil vermahlt man fein, verrührt hiervon etwa 5 g in einem Spitzglas mit Chloroform, läßt ½ bis 1 Minute absitzen, — wobei die Knochen- bzw. Grätenteile zu Boden sinken — und gießt das Chloroform mit den Fleischbestandteilen ab. Der Bodensatz wird mit Aether einige Male zwecks Entfernung einerseits der Reste von Chloroform andererseits des Fettes abgespült und dient der mikroskopischen Untersuchung. Eine zweite gemahlene Probe von etwa 5 g wird mit 2 ccm verdünnter Salpetersäure in einer Porzellanschale zum Sieden erhitzt, wobei Knochen und Gräten in Lösung gehen. Der nach dem Kolieren verbleibende Rückstand wird dann mit 200 ccm 2%iger Natronlauge wiederum gekocht und nochmals koliert. Durch die Einwirkung der Natronlauge werden auch die Fleischteile zerstört, sodaß nur noch Haare, Pflanzenbestandteile, Bindfäden und dergl. übrig bleiben können.

Das Untersuchungsergebnis

der von uns verfütterten Fischmehle und des Walmehles. [1])

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse der in unseren Versuchen verwandten Fischmehle verdanken wir, wie oben erwähnt, der Liebenswürdigkeit von Herrn Professor Dr. von Wahl, Augustenberg, Post Grötzingen (Baden). Den Befund geben wir hier wörtlich wieder.

Fischmehl 1, salzarmes Heringsmehl, hergestellt in der Fischmehlfabrik Dr. Stern in Schlutup b. Lübeck: „Die Probe ist von umbrabrauner Farbe, fischigem Geruch, ziemlich trocken, feinmehlig mit wenig kernigen Fleischteilen, etwas Schuppen und feinen Gräten von braungrauer Farbe und etwas Rogen. Die Fleischfasern sind ungleich gequollen, meist getrennt, wie bei gedämpften Fischen.

[1]) Das Walmehl wird wegen der Einheitlichkeit in der Benennung bisweilen als „Fischmehl“ 9 geführt.

Außerdem ist etwas Sand und ziemlich viel Kochsalz vorhanden. Es ist somit ein normales Fischmehl aus kleinen, gesalzenen Fischen der Heringsfamilie und weder in der Reinheit noch im Frischezustand zu beanstanden." **Fischmehl 2,** salzreiches Heringsmehl, hergestellt in der Fischmehlfabrik Dr. Stern in Schlutup b. Lübeck: „Die Probe ist braun bis rötlichbraun, von gutem fischigen Geruch, ziemlich trocken, feinmehlig, mit wenig körnigen Fleischteilen, etwas feinen braungefärbten Gräten, Schuppen und etwas Rogen. Die Fleischfasern sind gequollen, meist getrennt. Sand ist etwas vorhanden, Kochsalz viel. Die Probe ist somit ein Fischmehl aus kleinen, stark gesalzenen Fischen der Heringsfamilie und weder in der Reinheit noch im Frischezustand zu beanstanden." **Fischmehl 3,** Marke „Pilchard" aus Hamburg: „Die Probe ist von braungrauer Farbe, nicht angenehmem, etwas tranigen und angebrannten Geruch, trocken, feinflockig und mit wenig körnigen Fleischteilen, viel Schuppen, etwas Gräten von kleinen Fischen, ziemlich viel verkohlten Teilen (besonders Schuppen) und etwas Sand. Die Fleischfasern sind meist noch in Bündeln, es sind aber auch getrennte, gequollene vorhanden. Die Probe ist somit ein Gemisch von normalem Fischmehl aus heringsähnlichen Fischen und Abfällen von angebrannten kleinen Fischen, wodurch die Verdaulichkeit vermindert sein wird. Der Frischezustand ist nicht zu beanstanden." **Fischmehl 4,** Pillauer Stichlingsmehl: „Die Probe ist von aschgrauer Farbe und unangenehm säuerlichem, kadaverähnlichen Geruch, trocken, feinmehlig, staubig, mit wenig gröberen Teilen. Die Knochen sind weiß kalkig bis grau, die Fleischfasern getrennt, kurz gebrochen. Im ultravioletten Licht leuchten die Gräten weiß, wie entleimte Knochen, z. B. die der Tierkörpermehle. Es handelt sich somit um ein stark erhitzes, entfettetes und z. T. entleimtes Stichlingsmehl. Die Reinheit ist nicht zu beanstanden. Ueber den Frischezustand läßt sich, da die Probe durch die Behandlung des Stichlingsmehles verändert wurde, nichts sagen." **Fischmehl 5,** Norwegisches Dorschmehl: „Die Probe ist von weißgrau-gelblicher Farbe, riecht nach in der Luft getrockneten Dorschen, ist grobflockig, ziemlich trocken. Die Fleischfasern sind nur z. T. getrennt, die Gräten ziemlich grob gemahlen, weißglasig. Es handelt sich somit um ein flockiges Mehl aus getrockneten Köpfen und Gräten des Dorsches, das weder in der Reinheit, noch im Frischezustand zu beanstanden ist." **Fischmehl 6,** Englisches Dorschmehl: „Die Probe ist von hellbräunlichgelber Farbe, von normalem fischigen Geruch, schwach feucht, mehlig bis feinflockig, mit etwas körnigen Fleischteilen, weißglasigen Gräten, vereinzelten vermahlenen Gehörsteinchen. Die Fleischfasern sind zum Teil getrennt, aber auch in Bündeln. Die Probe ist ein Dorschmehl aus Dorschabfällen, vermutlich auch ganzen Tieren, da die Fleischteile überwiegen. In der Reinheit und im Frischezustand ist die Probe nicht zu beanstanden." **Fischmehl 7,** Englisches Weißfischmehl: „Die Probe ist umbrafarbig, riecht teerähnlich, ist feinflockig, mehlig mit grobflockigen Teilen, die aus Pflanzenfasern und tierischen Haaren bestehen. Die meist kleinen Gräten sind braun, es sind aber auch Gehörsteinchen und Schuppen von Dorsch vorhanden, außerdem Muscheln und etwas Sand. Die Fleischfasern sind unregelmäßig gequollen, meist ge-

trennt. Die Probe ist somit ein gedämpftes Fischmehl von verschiedenen kleinen und auch größeren Fischen mit viel Preßtuchhaaren, ziemlich viel Muschelschalen und etwas Sand. Der Geruch ist gleichfalls nicht normal. Es handelt sich somit um ein nicht ganz reines Fischmehl." **Fischmehl 8,** Norwegisches Frischheringsmehl: „Die Probe ist grünlich-braun, riecht heringsähnlich und ist trocken, feinkörnig. Die Fleischfasern sind in Bündeln, nicht besonder gequollen, die Wirbeln, Gräten und Schuppen und Augen klein, bräunlich. Die Probe ist somit ein Mehl aus getrockneten, nicht gesalzenen Heringsabfällen (kleine Heringe) und im Reinheits- und Frischezustand nicht zu beanstanden." **Fischmehl 9,** Englisches Walmehl: „Die Probe ist umbrafarben, riecht wie abgestandene Eiweißpräparate, etwas tranig, ist schwach feucht, feinflockig, mehlig. Die Knochen sind normal bräunlich bis grauweiß, ziemlich stark entleimt. Die Fleischfasern sind gelblich bis rostfarben, meist getrennt. Die Probe ist somit ein normales, stark gedämpftes Walmehl und im Frische- und Reinheitszustand nicht zu beanstanden." **Fischmehl 10,** Dorschmehl, Marke „Niedersachsen" aus Cuxhaven: „Die Probe ist hellumbrafarbig, riecht nach abgestandenem Eiweiß, aber nicht schlecht, ist ziemlich trocken, feinflockig bis mehlig, mit weißen glasigen Gräten und vereinzelten Gehörsteinchen. Die Fleischfasern sind unregelmäßig gequollen, die Fasern meist getrennt. Die Probe ist ein Dorschmehl aus gedämpftem Dorschabfall und ganzen Dorschen und weder in der Reinheit noch im Frischezustand zu beanstanden." **Fischmehl 11,** Fettreiches Elbheringsmehl aus Cuxhaven: „Die Probe ist von umbrabrauner Farbe und tranigem, fischigen Geruch, etwas feucht (ballt sich), feinflockig. Die Gräten und Schuppen sind bräunlich, die Fleischfasern zum Teil gequollen. Die Probe ist ein fettreiches, etwas feuchtes Heringsmehl von tranigem Geruch, jedoch im Frischezustand noch nicht, wie auch nicht in der Reinheit zu beanstanden." Dieses Fischmehl konnte leider für den Versuch mit Hammeln nicht genommen werden, da sich in ihm eine nicht unerhebliche Menge großer, spritzer und vor allen Dingen harter Gräten befand.

II. Analytischer Teil.

Die Untersuchung der in den später zu beschreibenden Fütterungsversuchen gereichten Fischmehle wurden im allgemeinen nach der Weender Futtermittelanalyse durchgeführt. Außerdem wurde das Rohfett vergleichshalber mit Trichloraethylen extrahiert. Der Gehalt an Kochsalz wurde nach verschiedenen Methoden ermittelt. In der Asche wurden die einzelnen Bestandteile derselben unter besonderer Berücksichtigung des Materials bestimmt.

1. Bestimmung des Fettgehalts.

Die Bestimmung von Rohfett mit Trichloraethylen wurde nach der von R. Neumann [1]) ausgearbeiteten Methode durchgeführt und gab etwas höhere Werte als der Aetherextrakt, die Untersuchung wurde aber noch einmal nach einer von Hissink [2]) aus-

[1]) Landw. Versuchsstationen Bd. 79 u. 80, S. 701.
[2]) Landw. Versuchsstationen 1904. 60, 128/129.

gearbeiteten Methode durchgeführt.

Sehr eiweißreiche Futtermittel schließen in ihrer Eiweißsubstanz erhebliche Mengen Fett ein, welche unter normalen Bedingungen keinem Lösungsmittel zugänglich sind. Um dieses inkludierte Fett ebenfalls bestimmen zu können, ist es Hissink gelungen, ein Verfahren auszuarbeiten, welches die Bestimmung ermöglicht.

Daß in der Eiweißsubstanz tatsächlich Fett eingeschlossen gewesen sein mußte, beweisen folgende auf Trockensubstanz berechnete Zahlen:

Fischmehl Nr.	Aetherextrakt ohne Aufschluß	Trichloraethylenextrakt ohne Aufschl.	Trichloraethylenextrakt Aufschluß nach Hissink-Neumann
1	4.75	5.53	6.44
2	1.92	2.74	3.54
3	4.17	5.55	5.58
4	1.69	2.14	3.13
5	1.87	2.16	2.04
6	1.85	2.64	4.58
7	8.26	9.05	9.32
8	9.18	10.27	10.47
Walmehl	13.30	14.22	13.08
10	5.04	6.02	6.46
11	25.24	—	21.64

Die Tatsache, daß durch die beschriebene Methode mehr Fett extrahiert wird, als mittels Aether, veranlaßte uns, die hierdurch gefundenen Werte bei der Berechnung der Verdaulichkeit zu Grunde zu legen. Andererseits ist die verdaute Substanz, der Kot, durch die Arbeit des tierischen Organismus vollständig zerlegt, sodaß für die Fälle ohne Bedenken die Resultate der Aetherextrakte eingesetzt werden konnten. Letzteres haben wir durch Vergleichsanalysen sicher festgestellt.

In allen solchen Fällen also, bei denen es sich um Material mit hohem Eiweißgehalt handelt, ist die Trichloraethylenmethode der Aetherextraktion vorzuziehen. Der Grund hierfür liegt einerseits darin, daß die Substanz ohne Rücksicht auf ihren Wassergehalt der Extraktion unterworfen werden kann, andererseits verdient die Methode aber hinsichtlich der Zeitersparnis, die trotz des Salzsäureaufschlusses ganz erheblich ist, größte Beachtung.

2. Bestimmung des Kochsalzgehalts.

In Erkenntnis dessen, daß die Kochsalzbestimmungen in Futtermitteln in ihren verschiedenen Methoden viel zu wünschen übrig ließen, hatte der Ausschuß für Futtermitteluntersuchungen beim Verbande Landw. Versuchsstationen im Deutschen Reich im Dezember

1927 ein Rundschreiben ergehen lassen und darin zur Prüfung mehrerer Methoden der Kochsalzbestimmung aufgefordert. Demgemäß untersuchten auch wir die uns zur Verfügung stehenden Fischmehle nach den in Frage kommenden Methoden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind am Schlusse dieses Teils in einer Tabelle zusammengestellt. Die Methoden sind folgende:

1. Veraschung mit 25 ccm 5%iger Sodalösung
2. „ „ 50 „ „ „
3. „ „ 25 „ „ Kalziumacetatlösung
4. „ „ 50 „ „ „
5. „ nach Mach-Lepper, Gerbsäure-Eisenverfahren.
6. „ „ Mach, Phosphor-Wolframsäure-Verfahren.
7. „ „ der Berliner Methode
8. „ „ der Rostocker Methode (vergleichshalber).

Bei der Prüfung zu 1.) und 2.) sollte festgestellt werden, ob bei einer Veraschung mit 5%iger Sodalösung 25 oder 50 ccm nötig sind, ob bei stärkerem Erhitzen Chlorverluste eintreten und ob ein Verkohlen der organischen Substanz genügt.

Wir haben dabei erhebliche Unterschiede nicht erkennen können. Es genügen nach unseren Feststellungen 25 ccm der genannten Sodalösung. Die organische Substanz braucht nur soweit verkohlt zu sein, daß sich die Kohle mit einem Glaspistill leicht zerreiben läßt. Eine Absorbtion von Kochsalz durch die alkalische Kohle fand nicht statt.

Das dritte und vierte Verfahren beruht auf der Veraschung unter Zusatz von Calzium aceticum siccum Merck. Eine Veraschung mit einerseits 25 ccm und andererseits 50 ccm einer 5%igen Lösung dieses Salzes ergab keine deutlichen Unterschiede. Die Resultate fielen gegenüber denen der Sodaveraschung etwas niedriger aus, doch betrug der Unterschied im Höchstfalle 0,1%. Die Beobachtung von Herrn Prof. F. Mach, Augustenberg in Baden, daß die Veraschung mit Kalziumacetat rascher und vollständiger verläuft, konnten wir nur bestätigen.

Die vier eben genannten Verfahren haben jedoch den Nachteil, daß der Endpunkt der Titration mit Silbernitrat und mit Kaliumchromat als Indikator sehr schwer zu erkennen ist. Auf diesen Mangel hat bereits A. Strigel [1]) hingewiesen. Strigel und Handschuh [2]) prüften die Volhardsche Methode [3]) auf ihre Brauchbarkeit für Futtermitteluntersuchungen und kamen zu befriedigenden Ergebnissen, indem sie im wässerigen Auszuge das Chlor durch einen Ueberschuß von Silbernitrat unter Zusatz von Salpetersäure ausfällten, den entstandenen Niederschlag abfiltrierten und mit Rhodanammonium zurücktitrierten. Rothmund und Burgstaller [4]) glaubten das eben genannte Verfahren dadurch zu verbessern,

[1]) Landw. Versuchsstationen 1913, 82, 149—158.
[2]) Ebenda 83, 309—316.
[3]) Treadwell, Lehrbuch d. analyt. Chemie 1911, II, 580.
[4]) Zeitschr. f. anorgan. Chemie 1909, 63, 330.

daß sie dem wässerigen Auszuge etwa 10 ccm Aether hinzusetzten, um das Zusammenballen des Chlorsilbers besser und schneller zu bewerkstelligen, doch ließ sich die Volhardsche Methode hierbei nicht in Anwendung bringen. Die organischen Stoffe wirkten sozusagen als Schutzkolloide, verhinderten als solche das Ausflocken des Chlorsilbers und ließen außerdem durch die oftmals gefärbten Auszüge obendrein den Farbumschlag schwer erkennen. M. Bornand[1]) zerstört nach dem Versetzen der Salzlösung mit einem Ueberschuß von Silbernitrat die Hauptmenge der organischen Substanz durch Kochen mit Salpetersäure unter Zusatz von Kaliumsulfat. Der Farbumschlag bei der Titration mit Rhodan war scharf, die Methode selbst jedoch sehr umständlich. Ein bedeutend einfacheres Verfahren arbeiteten F. Mach und Lepper aus, dessen Brauchbarkeit von uns geprüft wurde. Die Vorschrift nach Mach-Lepper geben wir hier wörtlich wieder:

Man schüttelt 5 10 g Substanz in einer 500 ccm Stohmannflasche mit etwa 400 ccm Wasser $^1/_2$ Stunde aus und versetzt der Reihe nach unter jedesmaligem Umschwenken mit 5 ccm 10%iger Gerbsäurelösung, 10 ccm 10%iger oxydierter Eisensulfatlösung, gesättigter Natriumcarbonatlösung bis zur alkalischen Reaktion (man erkennt die Reaktionsänderung leicht und sicher daran, daß der Schaum rotbraun wird, Farbumschlag) etwa 1 ccm 3%igem Wasserstoffsuperoxyd und Essigsäure in geringem Ueberschuß. Nach dem Auffüllen und Filtrieren bestimmt man in 50 ccm oder 100 ccm des Filtrates das Chlor nach Volhard unter Zugabe von etwa 10 ccm Aether. Die verwendeten Reagenzien sind selbstverständlich auf Abwesenheit von Chlor zu prüfen. Die angegebene Arbeitsweise ist namentlich bei Serienuntersuchungen sehr einfach auszuführen und erfordert vor allem einen viel geringeren Zeitaufwand als das Verkohlen oder Veraschen unter Sodazusatz.

Ueber die Brauchbarkeit der Methode sind wir uns in sofern nicht ganz im Klaren als wir den Reaktionsumschlag nicht mit Sicherheit erkennen konnten.

F. Mach gibt in einer von ihm ausgearbeiteten Methode folgendes an:

Man schüttelt 5 g Substanz mit etwa 400 ccm in einer 500 ccm Flasche $^1/_2$ Stunde aus, setzt 40 ccm Fällungslösung zu (50 g Phosphorwolframsäure + 500 ccm Salpetersäure vom spez. Gewicht 1,4 mit Wasser zu 1 Liter aufgelöst), schüttelt nach dem Abscheiden um und bestimmt in 100 ccm des Filtrates das Chlor nach Volhard unter Aetherzusatz.

Die Methode der Kontrollstation Berlin ließ jedoch nach unseren Analysen eine gewisse Unzuverlässigkeit erkennen, da die erhaltenen Werte aus der Analyse der Fischmehle I und II zu niedrig ausfielen, während bei den übrigen 9 Fischmehlen eine Uebereinstimmung erzielt wurde.

Die Vorschrift lautete kurz gefaßt: 5 g Substanz werden mit 400 ccm Wasser unter Zugabe von wenig Salpetersäure aufgekocht und nach dem Erkalten auf 500 ccm aufgefüllt. Zu 100 ccm des Filtrats wird überschüssige $^n/_{10}$ Silbernitratlösung gegeben, die Lösung erhitzt und Salpetersäure und Kaliumpermanganat bis zum langsamen Verschwinden der Färbung zugesetzt. Die erkaltete Lösung wird nach Volhard zurücktitriert.

---

[1]) Mitteilungen d. Schweizer Gesundheitsamtes 1922, 13, 67—68; Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- und Genußmittel 1924, 47, 457.

Zum Schluß analysierten wir die Fischmehle noch nach der bei uns üblichen Methode, welche folgendermaßen gehandhabt wird:

10 g Substanz werden mit 400 ccm Wasser in einer 500 ccm Stohmannflasche $^1/_2$ Stunde ausgeschüttelt. Nach dem Auffüllen wird durch ein trockenes Filter filtriert. 50 ccm des Filtrats pipettiert man in eine Platinschale, dampft auf dem Wasserbad zur Trockne ein, trocknet nochmals bei 120° im Trockenschrank und verascht vorsichtig bei Dunkelrotglut. Das Salz wird darauf mit heißem Wasser quantitativ in ein Becherglas übergespült und mit $^n/_{10}$ Silbernitratlösung direkt titriert nach Mohr, wobei Kaliumchromat als Indikator den Farbumschlag zeigt.

Bei unseren Untersuchungen lagen die Werte teils zu hoch und teils zu niedrig, jedoch betrug das Mehr höchstens 0,1%, das Weniger höchstens 0,14%. Die Titration nach Volhard zeigte die schärfsten Farbumschläge bei der Soda- und Kalziumacetatveraschung.

Aus nachfolgender Tabelle sind die Unterschiede bei Anwendung der verschiedenen Methoden ersichtlich.

Fischmehl Nr.	Veraschung mit Soda 5%			Kalziumacetat 5%		Mittel	Gerbsäure Eisen	Phosphor-Wolframsäure	Berliner Methode	Rostocker Methode	Mittelwerte [1]
	25 ccm	50 ccm	Mittel	25 ccm	50 ccm						
1	5,00	5,00	5,00	5,00	4,97	4,99	4,91	5,03	(4,73)	4,90	4,98
2	8,80	8,77	8,78	8,66	8,71	8,69	8,54	8,62	(8,21)	8,59	8,66
3	0,77	0,77	0,77	0,67	0,70	0,69	0,70	0,74	0,67	0,72	0,71
4	0,89	0,92	0,91	0,85	0,85	0,85	0,85	0,92	0,84	0,75	0,85
5	1,89	1,88	1,89	1,86	1,87	1,87	1,87	1,88	1,82	1,74	1,88
6	1,83	1,80	1,82	1.75	1,75	1,75	1,83	1,80	1,74	1,83	1,79
7	2,79	2,78	2,79	2,74	2,74	2,74	2,77	2,79	2,71	2,86	2,76
8	0,79	0,83	0,81	0,79	0,79	0,79	0,80	0,80	0,76	0,72	0,79
9	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,19	0,21	0,19	0,19	0,20
10	2,73	2,76	2,75	2,74	2,74	2,74	2,71	2.74	2,71	2,80	2,73
11	3,10	3,13	3,12	3,10	3,10	3,10	2,96	2,95	2,98	2,94	3,02

Alle genannten Methoden haben ihre Vorteile wie auch Nachtei, sei es, daß die Methode langwierig ist, dafür aber zuverlässig, sei es, daß die Resultate nicht ganz einwandfrei oder daß sie für technische Zwecke nicht anwendbar sind. Nach unseren Erfahrungen eignen sich für den Laboratoriumsbetrieb sowohl die Veraschung mit Kalziumacetat und Titration nach Volhard als auch die von F. Mach vorgeschlagene Methode.

[1]) Die Mittelwerte sind errechnet aus den Resultaten sämtlicher Methoden mit Ausnahme der Rostocker Methode. Nur bei den Fischmehlen 1 und 2 wurden die aus der Berliner Methode erhaltenen Werte nicht mit in Rechnung gestellt.

3. Bestimmung der mineralischen Bestandteile im Fischmehl bezw. in der Fischmehlasche.

Die Bestimmung der mineralischen Bestandteile nahmen wir nach einem der Zusammensetzung des Materials entsprechenden Analysengang vor, da wir mit den gebräuchlichen Methoden nicht zum Ziele kamen. Die Veraschung wurde in Porzellantiegeln vorgenommen, denn einerseits konnte das Vorhandensein von metallischem Eisen die Haltbarkeit der Platinschalen gefährden, andererseits würden letztere durch den hohen Gehalt des Fischmehls an Phosphorsäure mindestens stark angegriffen worden sein. Die Ermittlung des Kalkgehalts wurde nach der von E. Dräger [1]) beschriebenen Methode ausgeführt.

10 g Fischmehl werden zunächst verkohlt und mit Salzsäure und heißem Wasser ausgezogen. Der Auszug wird filtriert und das Filter einige Male ausgewaschen. Dieser Prozeß wird solange wiederholt bis sämtliche organische Substanz verascht ist. Die vereinigten Filtrate dampft man zwecks Ausscheidung der Kieselsäure auf dem Wasserbade ein, raucht den trockenen Rückstand einige Male mit konzentrierter Salzsäure ab und stellt schließlich noch ½ bis 1 Stunde bei 110 -130° in den Trockenschrank. Hierbei wird die Kieselsäure in einen anderen physikalischen Zustand überführt, wodurch sie unlöslich wird. Die Salzmasse nimmt man mit wenig Salzsäure und heißem Wasser auf und filtriert sofort. Im Filtrat fällt man den Kalk als Oxalat in der Siedehitze unter beständigem Umrühren. Man läßt nach der Fällung noch eine Stunde auf der warmen Asbestplatte absitzen und läßt über Nacht stehen. Die über dem Niederschlag stehende Flüssigkeit gießt man möglichst klar durch ein kleines quantitatives Filter, dekantiert den Niederschlag wiederholt mit 1%iger Ammonoxalatlösung und bringt ihn schließlich restlos aufs Filter. Nach dem Glühen im Platintiegel bis zur Gewichtskonstanz wird der Niederschlag als CaO gewogen.

Die Resultate stimmten sehr gut überein und bewiesen erneut die Brauchbarkeit der Methode. Gute Resultate erhielten wir auch bei der Bestimmung der Phosphorsäure. Wir zogen jedoch hierbei die nasse Veraschung der Substanz vor, indem wir nach folgender Vorschrift verfuhren:

5 g Fischmehl wägt man in einen 500 ccm fassenden Kjaeldahlkolben, gibt 20 ccm konzentrierte Schwefelsäure hinzu und läßt 20 ccm konzentrierte Salpetersäure langsam zufließen. Die stark schäumende Masse überläßt man 10 Minuten sich selbst. Ein Ueberschäumen wird durch kräftiges Schütteln vermieden. Durch Erhitzung bei kleiner Flamme bis zum Verschwinden der rotbraunen Dämpfe und nachheriges Auskochen des durch die Salpetersäure hineingebrachten Wassers sowie tropfenweiser Zugabe neuer Salpetersäure läßt sich bald eine restlose Oxydation der organischen Substanz erzielen, was man daran erkennt, daß die Schwefelsäure eine helle Farbe annimmt. Man kocht dann etwa 20 Minuten, läßt erkalten und verdünnt mit der dreifachen Menge Wasser. Diese verdünnte schwefelsaure Aschenlösung kocht man etwa 5 Minuten unter Zugabe mehrerer Glasperlen, um die Nitrosylschwefelsäure zu vertreiben, spült nach dem Erkalten in einen 1000 ccm Maßkolben, füllt bis zur Marke auf und bestimmt in 100 ccm die Phosphorsäure nach Woy (Treadwell II).

Die Methode ergab sehr brauchbare Werte, der Gehalt der Fischmehle und ihrer Asche an Phosphorsäure ist aus der Tabelle am Schluß des analytischen Teils ersichtlich.

---

[1]) Rostocker Dissertation 1911.

Die Analyse auf Kalk und Phosphorsäure in Fischmehl ist schon oft ausgeführt worden, anders liegt es bei der Bestimmung der übrigen Mineralbestandteile, über welche wir in der Literatur keine Angaben speziell für Fischmehl finden konnten. Der Grund hierfür ist wohl hauptsächlich darin zu suchen, daß die Analyse mit nicht unerheblichen Schwierigkeiten verknüpft ist, deren Beseitigung wir uns zur Aufgabe stellten.

Wie schon erwähnt, machte sich die Phosphorsäure störend bemerkbar. Unsere Versuche, sie nach der Eisenacetatmethode zu fällen, waren ohne Erfolg, da sich einerseits der charakteristische Umschlag in braun bei Zugabe der Eisenchloridlösung nicht erkennen ließ, andererseits aber die heiße Filtration und ein intensives Auswaschen der großen Niederschlagmenge höchst unzuverlässig war. Wir arbeiteten nach einem Vorschlage von F. Mach, die Phosphorsäure mit Zinntetrachlorid zu fällen, und kamen dabei zu folgender Methode:

Nach der Veraschung von 10 g Fischmehl und darauffolgender Abscheidung der Kieselsäure, wie bereits bei der Bestimmung von CaO beschrieben wurde, bringt man die salzsaure Aschenlösung in einen Maßkolben, dessen Größe sich nach ihrem Gehalt an P_2O_5 richtet — es müssen in 100 ccm mindestens 0,4 bis 0,5 g P_2O_5 enthalten sein —. 100 ccm der Lösung werden mit Ammoniak schwach alkalisch gemacht (Methylorange) und mit 2,5 ccm 10%iger Salzsäure wieder angesäuert. Man erhitzt darauf zum Sieden und versetzt tropfenweise unter beständigem Umrühren mit Bariumchloridlösung, um zunächst die Schwefelsäure zu fällen, welche man als Bariumsulfat zur Wägung bringt. Das Filtrat wird wieder zum Sieden erhitzt und unter beständigem Kochen und Umrühren mit 4 ccm einer frisch bereiteten 50%igen Zinntetrachloridlösung tropfenweise versetzt. Sodann setzt man das Kochen noch einige Minuten fort und filtriert. Ueberschüssige Zinnsäure wird durch das Kochen größtenteils abgeschieden. Den Rest fällt man mit Schwefelwasserstoff in der Wärme. Etwa ausgeschiedenes Zinnsulfid wird abfiltriert und der Schwefelwasserstoff unter Zugabe einiger Tropfen Salzsäure durch Kochen vertrieben. Man engt, falls nötig, auf 150 ccm ein und filtriert – eine schwache Opaleszenz ist belanglos — in einen 200 ccm Meßkolben, füllt nach dem Erkalten auf und teilt die Lösung. 100 ccm verarbeitet man auf Magnesium, den Rest auf Kalium und Natrium.

Nachfolgende Analysengänge sind nach H. Wiessmann[1]) aufgestellt und sinngemäß auf unsere Analysen abgeändert.

Der für die Magnesiumbestimmung abpipettierte Teil wird zum Sieden erhitzt und zwecks Ausscheidung von Barium und Kalzium mit einer Ammoniumkarbonatlösung, welche erhalten wird durch Lösen von 8 g käuflichem Ammoniumkarbonat und 33 ccm Ammoniak vom spez. Gewicht 0,985 und Auffüllen mit Wasser auf 100 ccm, tropfenweise auf dem Wasserbade versetzt. Nach dem Absitzen prüft man noch einmal mit einigen Tropfen Ammoniumkarbonatlösung, ob alles ausgefällt ist und filtriert. Das Filtrat wird alsdann mit Salzsäure schwach angesäuert und mit 20 ccm einer warmen 25%igen Natriumphosphatlösung (einbasisch) und 10–20 ccm einer gesättigten Ammoniumchloridlösung (26%ig) versetzt, zum Sieden erhitzt. Man neutralisiert nun die salzsaure Lösung sehr langsam mit 10%igem Ammoniak (Methylorange) unter ständigem Umrühren (etwa 5 Tropfen Ammoniak pro Minute) bis zum Farbumschlag, gibt dann noch 1/5 des Volumens 10%iges Ammoniak hinzu

[1]) Agrikulturchemisches Praktikum. Verlag Paul Parey-Berlin.

und läßt erkalten. Man filtriert nach $^1/_2$ Stunde durch einen Platingoochtiegel und führt das Magnesiumammoniumphosphat durch Glühen in Magnesiumpyrophosphat über. Der gewogene Wert mit dem Faktor 0,3621 multipliziert ergibt den Gehalt an MgO.

Der für die Alkalianalyse bestimmte Teil wird zur Fällung des Magnesiums zunächst mit Barytwasser in der Siedehitze neutralisiert und darauf ohne Filtration mit Ammoniumkarbonat versetzt, um Barium und Kalzium zu fällen. Im Filtrat ist stets noch etwas Kalzium vorhanden. Um dieses zu entfernen, dampft man das Filtrat auf dem Wasserbade mit Salzsäure zur Trockne ein, raucht nach kurzem Trocknen im Trockenofen bei 110° die Ammonsalze über freier Flamme vorsichtig ab und läßt die mit heißem Wasser aufgenommene Salzmasse über Nacht mit einigen Tropfen Ammonoxalat und Ammoniak stehen. Nach der Filtration und gründlichem Auswaschen wird wieder eingedampft, getrocknet und abgeraucht und schließlich gewogen. Der erhaltene Wert stellt die Summe der Chloride des Kaliums und Natriums dar. Die Salze werden in heißem Wasser gelöst und durch Filtration von den Kohleteilchen getrennt, welche aus den Pyridinbasen, die sich im Ammoniak und den Ammonsalzen finden, stammen. In einer Kalischale wird dann eingedampft und in der üblichen Weise mit Perchlorsäure abgeraucht. Das in Alkohol unlösliche Kaliumperchlorat wird alsdann im Porzellangoochtiegel bei 130° getrocknet und nach dem Erkalten gewogen. Der gefundene Wert mit dem Faktor 0,5381 multipliziert ergibt die vorhandene Menge KCl. Aus der Summe von (K Cl + Na Cl) abzüglich KCl erhält man den Gehalt an NaCl, welches mit dem Faktor 0,5303 multipliziert die vorhandene Menge Na_2O ergibt, während man aus der gefundenen Menge Kaliumperchlorat durch Multiplikation mit dem Faktor 0,3399 den Gehalt an K_2O errechnet.

Die Zusammensetzung der von uns analysierten Fischmehlaschen ist folgende:

Aschenbestandteile in der Fischmehltrockensubstanz.

Fischmehl Nr.	1 K_2O %	2 Na_2O %	3 CaO %	4 MgO %	5 P_2O_5 %	6 SO_3 %	7 Cl %	Asche %
1	0,59	2,96	7,44	0,35	7,32	0,25	2,97	22,63
2	0,56	5,05	7,78	0,37	7,68	0,27	5,16	29,46
3	0,83	0,87	11,67	0,46	10,38	0,29	0,42	25,43
4	1,09	0,92	14,40	0,22	13,10	0,26	0,51	30,20
5	0,94	1,67	16,71	0,39	14,12	0,22	1,12	35,62
6	1,14	1,70	11,07	0,38	10,04	0,23	1,07	25,58
7	0,38	2,13	9,28	0,37	7,92	0,30	1,65	24,22
8	0,59	1,00	6,11	0,35	6,53	0,12	0,47	15,01
Walm.	0,27	0,79	13,21	0,40	10,33	0,14	0,12	25,38
10	1,07	2,09	9,58	0,33	8,84	0,34	1,63	23,47
11	1,12	1,93	4,44	0,19	4,77	0,25	1,80	15,38

Einzelbestandteile der Fischmehlaschen.

Fischmehl Nr.	K_2O %	Na_2O %	CaO %	MgO %	P_2O_5 %	SO_3 %	Cl %
1	2,61	13,08	32,88	1,53	32,35	1,10	13,12
2	1,90	17,14	26,41	1,24	26,07	0,92	17,52
3	3,26	3,42	45,81	1,80	40,82	1,14	1,65
4	3,61	3,05	47,68	0,72	43,38	0,86	1,69
5	2,64	4,69	46,91	1,08	39,64	0,62	3,14
6	4,46	6,65	43,28	1,50	39,25	0,90	4,18
7	1,57	8,79	38,32	1,54	32,70	1,24	6,81
8	3,93	6,66	40,71	2,30	43,50	0,80	3,13
Walm.	1,06	3,11	52,05	1,58	40,70	0,55	0,47
10	2,37	4,62	21,19	0,73	19,56	1,43	3,61
11	7,28	12,55	28,87	1,24	31,01	1,63	11,70

Aus den Tabellen geht hervor, daß ein hoher Gehalt an Natrium und Chlor auf eine künstliche Beimengung von Kochsalz schließen läßt. Das Ausgangsmaterial von solchem Fischmehl dürfte also aus stark gesalzenen Fischabfällen bestanden haben. Dem Fischmehl 1, einem „salzarmen Fischmehl" aus Schlutup, ist der ursprüngliche hohe Salzgehalt durch Entsalzung teilweise entzogen worden. Auf die vorhandene Menge Magnesium hat dieser Prozeß aber so gut wie keinen Einfluß ausgeübt, was wohl ein Zeichen dafür ist, daß das Magnesium teils organisch, teils — als ständiger Begleiter des Kalziums — in der Grätensubstanz gebunden ist. Daß die Phosphorsäure und der Kalk den weitaus größten Teil der Asche ausmachen, ist selbstverständlich, da sie ja den Hauptbestandteil des Knochengerüstes in Form von phosphorsaurem Kalk bilden. Der Schwefel stammt zweifellos aus den Proteinstoffen und die in der Analyse gefundene Schwefelsäure ist offenbar ein bei der Veraschung entstandenes Oxydationsprodukt.

4. Bestimmung von Kalk und Phosphorsäure in Kot und Harn.

Die Ausmittlung der Phosphorsäure und des Kalkes im Kot geschah nach den bei der Fischmehlanalyse gemachten Angaben. Bei der Analyse des Harns auf diese Bestandteile wurde folgendes Verfahren eingeschlagen.

Zwecks Bestimmung des Kalkes dampften wir eine halbe Tagesausscheidung im Porzellantiegel zur Trockne ein. Das Eindampfen nahmen wir auf dem Sandbade vor und legten ein Uhrglas mit Loch auf den Tiegel, um ein Verspritzen der Substanz zu vermeiden. Nach dem Verjagen der Ammonsalze wurde vollständig verascht und der Kalk in der Asche als Oxalat gefällt. Für die Bestimmung der Phosphorsäure genügte $^1/_{10}$ der Tagesausscheidung. Ein Gemisch von gleichen Teilen Schwefelsäure und konzentrierter Salpetersäure wird im Kjaeldahlkolben zum Sieden erhitzt. Dann läßt man aus einem Tropftrichter beständig geringe Mengen Harn zu dem kochenden Säuregemisch fließen. Man ersetzt von Zeit zu Zeit die verdampfte Salpetersäure und erreicht so in verhältnismäßig kurzer Zeit den verlustlosen Aufschluß des Harns. Nach der Veraschung mit Säuregemisch bedient man sich der Molybdänmethode wie bei der Fischmehlanalyse.

Die Ergebnisse der Analysen fielen recht gut aus. Von einer Zusammenstellung der Resultate haben wir hier Abstand genommen, da sie in den Tabellen der Fütterungsversuche aufgeführt sind.

III. Fütterungsversuch.

Für die nachfolgenden Versuche standen uns zunächst 4, dann 6 Hammel zur Verfügung. Die Verdaulichkeit des Grundfutters, bestehend aus 500 g Kleeheu und 200 g Roggenkleie, wurde für Hammel 1 bis 4 in 2 Grundfutterperioden, der 1. und 12. Periode, ermittelt, während wir uns bei Hammel 5 und 6 mit einer Grundfutterperiode begnügten.

Die Tiere waren in Zwangsställen untergebracht, welche es ermöglichten, daß sowohl das Futter quantitativ zugeführt, als auch Kot und Harn quantitativ gesammelt werden konnten.

In die Sammelgefäße für den Harn gaben wir je 100 ccm 10%ige Salzsäure, um durch sofortiges Ansäuern des Harns gleich nach dem Verlassen des Tierkörpers Stickstoffverluste auszuschalten. Der gesammelte Harn wurde täglich gewogen und von seinem Gewicht die Salzsäure in Abzug gebracht.

Der Versuch dauerte 16 Tage, wovon 6 Tage auf die Vorfütterung entfielen, um sämtliche aus anderen Futterstoffen stammenden Bestandteile vorerst aus dem Tierkörper zu verdrängen, während 10 Tage lang der Hauptversuch lief, wobei täglich Kot und Harn quantitativ gesammelt wurden.

Periode I.

In 500 g Kleeheu wurden jedem Tier pro Tag 400,65 g Trockensubstanz verabfolgt, in 200 g Roggenkleie 173,18 g Trockensubstanz.

Die folgende Tabelle gibt Aufschluß über den Tränkwasserkonsum, die tägliche Kotausscheidung in frischem Zustand als auch auf Trockensubstanz umgerechnet sowie über die täglich ausgeschiedene Harnmenge im Mittel von 10 Tagen. Die Ausscheidungen etc. an den einzelnen Tagen geben wir im Anhang wieder.

Tabelle 1.

Hammel Nr.	Kot- und Harnmengen sowie Tränkwasserkonsum: Tränkwasser g	Harnmenge g	Kot frisch g	Kot trocken g
1	1133	608	450,8	216,32
2	3801	3090	492,0	226,04
3	1973	1622	482,7	220,09
4	1599	1111	460,1	220,76

Die Analyse der Futtermittel und der Kotproben ergab folgende auf Trockensubstanz berechneten Zahlen:

Tabelle 2.

	Futtermittel		Kot von Hammel			
	Kleeheu	Roggenkleie	1	2	3	4
Organ. Subst.	93,12	94,55	88,31	89,63	88,35	88,46
Rohprotein	16,39	16,47	13,35	13,34	13,81	13,63
N-freie Extraktstoffe	42,99	68,65	41,90	42,15	41,81	40,69
Rohfett	1,36	3,16	1,88	2,05	2,12	2,32
Rohfaser	32,38	6,27	31,18	32,09	30,61	31,82
Asche	6,88	5,45	11,69	10,37	11,65	11,54
Gesamt-N	2,61	2,63	2,14	2,13	2,21	2,18
P_2O_5	0,56	2,45	3,09	2,29	3,00	3,02
CaO	2,19	0,17	4,27	4,12	4,36	4,23

Unter Zugrundelegung der in den vorstehenden Tabellen 1 und 2 aufgeführten Zahlen berechnet sich die Verdaulichkeit nach der folgenden Tabelle 3:

Tabelle 3.
Verdaulichkeit des Grundfutters.

	Trocken-subst. g	Organ. Subst. g	Roh-protein g	N-freie Extr.-stoffe g	Roh-fett g	Roh-faser g	Asche g
Hammel 1							
verzehrt pro Tag							
500 g Kleeheu	400,65	373,09	65,67	172,24	5,45	129,73	27,56
200 g Roggenkleie	173,18	163,74	28,52	118,89	5,47	10,86	9,44
Gesamtverzehr	573,83	536,83	94,19	291,13	10,92	140,59	37,00
Ausgesch. i. Kot	216,32	191,03	28,88	90,64	4,07	67,45	25,29
verdaut	357,51	345,80	65,31	200,49	6,85	73,14	11,71
Verdauungskoeffiz.	62,3	64,4	69,3	68,9	62,7	52,0	31,7
Hammel 2							
verzehrt pro Tag	573,83	536,83	94,19	291,13	10,92	140,59	37,00
Ausgesch. i. Kot	226,04	202,60	30,15	95,28	4,63	72,54	23,44
Verdaut	347,79	334,23	64,04	195,85	5,29	68,05	13,56
Verd.-Koeffizient	60,6	62,3	68,0	67,3	48,4	48,4	36,7

Tabelle 3. (Fortsetzung)
Verdaulichkeit des Grundfutters.

	Trocken-subst. g	Organ. Subst. g	Roh-protein g	N-freie Extr.-stoffe g	Roh-fett g	Roh-faser g	Asche g
Hammel 3							
verzehrt pro Tag	473,83	536,83	94,19	291,13	10,92	140,59	37,00
Ausgesch. i. Kot	220,09	194,45	30,39	92,02	4,67	67,37	25,64
Verdaut	353,74	342,38	63,80	119,11	6,25	73,22	11,36
Verd.Koeffizient	61,7	63,8	67,7	68,4	57,2	52,1	30,7
Hammel 4							
verzehrt pro Tag	573,83	536,83	94,19	291,13	10,92	140,59	37,00
Ausgesch. i. Kot	220,76	195,28	30,09	89,83	5,12	70,25	25,48
Verdaut	353,07	341,55	64,10	201,30	5,80	70,34	11,52
Verd.-Koeffizient	61,5	63,6	68,1	69,1	53,1	50,0	31,1

Wenn man berücksichtigt, daß der tierische Organismus keine Maschine ist, darf man beim Vergleich der Verdauungskoeffizienten der beiden wichtigsten Rohnährstoffe, Rohprotein und Rohfett, von befriedigender Uebereinstimmung sprechen.

Wir legten den folgenden Versuchen diejenigen Zahlen der Grundfutterperioden zugrunde, welche von ein und demselben Tier im Mittel der 1. und 12. Periode erhalten wurden.

Der besseren Uebersicht halber lassen wir die 12. Periode deshalb schon an dieser Stelle folgen:

Periode XII.

Tabelle 4.

Hammel Nr.	Kot- und Harnmengen sowie Tränkwasserkonsum. Tränkwasser g	Harnmenge g	Kot frisch g	Kot trocken g
1	1684	788	419,9	206,39
2	7473	7225	452,1	212,11
3	3006	2282	409,7	208,67
4	2219	1619	416,9	213,53

Die chemische Analyse des Grundfutters haben wir bereits in Tabelle 2 wiedergegeben. Das Futter hatte denselben Trockensub-

stanzgehalt, da sämtliche Grundfutterrationen zur selben Zeit abgewogen wurden. Die Analyse der Kotproben der XII. Periode ergab folgende in Tabelle 5 enthaltenen Werte.

Tabelle 5.

Kot von Hammel Nr.	Organ. Subst. %	Roh-prot. %	N-freie Extr.-St. %	Roh-fett %	Roh-faser %	Asche %	P_2O_5 %	CaO %
1	87,69	13,59	41,75	2,14	30,21	12,31	3,42	4,94
2	88,66	13,86	41,73	2,02	31,05	11,34	2,74	5,03
3	88,64	13,58	43,05	1,88	30,13	11,36	2,77	5,00
4	88,03	12,83	43,95	2,06	29,19	11,97	3,35	4,87

Die Berechnung der Verdaulichkeit des Grundfutters in der 12. Periode zeigt nachstehende Tabelle.

Tabelle 6.

Verdaulichkeit des Grundfutters der Periode XII. (Hammel 1—4).

	Trocken-subst. g	Organ. Subst. g	Roh-protein g	N-freie Extr.-stoffe g	Roh-fett g	Roh-faser g	Asche g
Hammel 1							
verzehrt pro Tag							
Kleeheu	400,65	373,09	65,67	172,24	5,45	129,73	27,56
Roggenkleie	173,18	163,74	28,52	118,89	5,47	10,86	9,44
Gesamtverzehr	573,83	536,83	94,19	291,13	10,92	140,59	37,00
Ausgesch. pro Tag	206,39	180,98	28,05	86,17	4,42	62,35	25,41
Ausgenutzt	367,44	355,85	66,14	204,96	6,50	78,24	11,59
in %	64,0	66,3	70,2	70,4	59,5	55,7	31,3
Hammel 2							
verzehrt pro Tag	573,83	536,83	94,19	291,13	10,92	140,59	37,00
ausgesch. pro Tag	212,11	188,06	29,40	88,51	4,28	65,86	24,05
Ausgenutzt	361,72	348,77	64,79	202,62	6,64	74,33	12,95
in %	63,0	65,0	68,8	69,6	60,8	53,2	35,0
Hammel 3							
verzehrt pro Tag	573,83	536,83	94,19	291,13	10,92	140,59	37,00
ausgesch. pro Tag	208,67	184,97	28,34	89,83	3,92	62,87	23,70

Tabelle 6 (Fortsetzung).

Verdaulichkeit des Grundfutters der Periode XII.
(Hammel 1 — 4).

	Trocken-subst. g	Organ. Subst. g	Roh-protein g	N-freie Extr.-stoffe g	Roh-fett g	Roh-faser g	Asche g
Ausgenutzt	365,16	351,86	65,85	201,30	7,00	77,72	13,30
in %	63,6	65,5	69,9	69,1	64,1	55,3	36,0
Hammel 4							
verzehrt pro Tag	573,83	536,83	94,19	291,13	10,92	140,59	37,00
ausgesch. pro Tag	213,53	187,97	27,40	93,85	4,40	62,33	25,56
Ausgenutzt	360,30	348,86	66,79	197,28	6,52	78,26	11,44
in %	62,8	65,0	70,9	67,8	59,7	55,8	30,9

Die mittleren Verdauungskoeffizienten für die einzelnen Rohnährstoffe ergeben sich aus Tabelle 7.

Die in dieser Tabelle angegebenen Werte bilden die Grundlage für die nachfolgenden Berechnungen der Verdaulichkeit in den Fütterungsperioden mit Fischmehl.

Tabelle 7.

Mittlere Verdauungskoeffizienten des Grundfutters von Hammel 1—4.

Hammel Nr.	Trocken-substanz	Organ. Subst.	Roh-protein	N-freie Extr.st.	Roh-fett	Roh-faser	Asche
1	63,2	65,4	69,8	69,7	61,1	53,9	31,5
2	61,8	63,7	68,4	68,5	54,6	50,8	35,9
3	62,7	64,7	68,3	68,3	60,7	53,7	33,4
4	62,2	64,3	69,5	68,5	56,4	52,9	31,0

Periode II.

Es wurden zu $^4/_5$ des Grundfutters 200 g Fischmehl Nr. 1 verfüttert. Letzteres hatte einen Trockensubstanzgehalt von 92,29%.

Tabelle 8.

Tränkwasserkonsum, Harn- und Kotmengen im Durchschnitt von 10 Tagen.

Hammel Nr.	Tränkwasser g	Harn g	Kot frisch g	Kot trocken g
1	1975	1498	424,0	217,35
2	7647	6860	441,4	222,73

Die chemische Analyse das Fischmehls 1 und der Kotproben lieferte folgendes, in Tabelle 9 zusammengestelltes und auf Trockensubstanz bezogenes Resultat:

Tabelle 9.

Fischmehl 1 // Kot von Hammel 1 und 2.

	Organ. Subst. %	Roh-prot. %	Rein-eiweiß %	Roh-fett %	Asche %	P_2O_5 %	CaO %
Fischmehl 1	77,37	69,01	63,62	6,44	22,63	7,32	7,44
Kot v. Hammel Nr. 1	77,33	16,72	—	1,54	22,67	7,93	9,49
Kot v. Hammel Nr. 2	80,57	18,05	—	1,36	19,43	5,17	9,49

Auf Grund der im Vorstehenden verzeichneten Angaben berechnet sich nunmehr die bei dieser Fütterung im Durchschnitt von 10 Tagen verzehrte, ausgeschiedene und verdaute Menge der Einzelbestandteile wie folgt:

Tabelle 10.

Periode II. Fischmehl 1.

	Trocken-substanz g	Organ. Subst. g	Rohprotein g	Rohfett-Trichlor-aethylenextrakt g	Asche g
Hammel 1					
verzehrt pro Tag					
Grundfutter	459,06	429,46	75,35	8,74	29,60
Fischmehl 200 g	184,58	142,81	127,38	11,85	41,77
Gesamtverzehr	643,44	572,27	202,73	20,59	71,37
Ausgesch. i. Kot	217,35	168,08	36,34	3,35	49,27
Ausgenutzt	426,29	404,19	166,39	17,24	22,10
ab f. Grundfutter	289,98	280,66	52,58	5,34	9,32
Fischmehl	136,31	123,53	113,81	11,90	12,78
in Prozenten	73,8	86,5	89,3	100,0	30,6

Tabelle 10. (Fortsetzung).
Periode II. Fischmehl 1.

	Trocken-substanz g	Organ. Subst. g	Rohpro-tein g	Rohfett-Trichlor-aethylenextrakt g	Asche g
Hammel 2					
verzehrt pro Tag	643,64	572,27	202,73	20,59	71,37
ausgesch i. Kot	222,73	179,45	40,20	3,03	43,28
Ausgenutzt	420,91	392,82	162,53	17,56	28,09
Ab für Grundfutter	283,81	273,20	51,54	4,78	10,61
Fischmehl	137,10	119,62	110,99	12,78	17,48
in Prozenten	74,3	83,8	87,1	100,0	41,8
Verdauungskoeff. im Mittel	74,1	85,2	88,2	100,0	36,2

Demnach weist das im vorliegenden Versuch verfütterte Fischmehl nachstehenden Gehalt an Roh- und verdaulichen Nährstoffen sowie an Stärkewert auf:

Tabelle 11.

Fischmehl 1	Rohnährstoff %	verdauliche Nährstoffe %
Rohprotein	69,01	60,87
Reineiweiß	63,62	55,48
Rohfett	6,44	6,44
Stärkewert	67,68	

Da den Fischmehlen infolge ihrer biologischen Vollwertigkeit und ihrer hohen Eiweißverdaulichkeit eine ganz besondere Stellung unter den Eiweißfuttermitteln zukommt, sehen wir davon ab, sie mit irgendwelchen andefen Futtermitteln zu vergleichen. Vielmehr interessiert hier der Vergleich der einzelnen von uns untersuchten und verfütterten Fischmehle und des Walmehles miteinander. Wir lassen die Beurteilung am Schluß dieses Teiles folgen. Ebenso bringen wir auch dort einige Betrachtungen über die Verwertbarkeit der in den Fischmehlen enthaltenen großen Mengen Phosphorsäure und Kalk.

Periode III.

In dieser Periode gelangte Fischmehl Nr. 2 zur Verfütterung. Der Trockensubstanzgehalt wurde von uns mit 89,72% ermittelt.

Die Durchschnittswerte für Tränkwasserkonsum, Harn- und Kotausscheidung sind in Tabelle 12 zusammengestellt.

Tabelle 12.

Hammel Nr.	Tränkwasser g	Harn g	Kot frisch g	Kot trocken g
3	2566	2100	459,2	225,09
4	2440	2003	431,5	225,77

Die Analyse des Fischmehls 2 und die der Kotproben ergab folgende auf Trockensubstanz berechnete Zahlen.

Tabelle 13.
Fischmehl 2, Kot von Hammel 3 und 4.

	Organ. Subst. %	Roh-prot. %	Rein-eiweiß %	Roh-fett %	Asche %	P_2O_5 %	CaO %
Fischmehl 2	70,54	63,74	58,61	3,54	29,46	7,68	7,78
Kot von Hammel 3	78,11	18,22	—	1,27	21,89	6,47	9,20
Kot von Hammel 4	76,92	16,26	—	1,30	23,08	7,69	9,03

Unter Zugrundelegung der in den Grundfutterperioden ermittelten Verdauungskoeffizienten berechnet sich nun die Verdauung des Fischmehls 2 in nachstehend angegebener Weise:

Tabelle 14.
Periode III. Fischmehl 2.

	Trocken-substanz %	Organ. Subst. %	Roh-protein %	Roh-fett %	Asche %
Grundfutter	459,06	429,46	75,35	8,74	29,60
Fischmehl 2, 200 g	179,44	126,58	114,38	6,36	52,86
Gesamtverzehr	638,50	556,04	189,73	15,10	82,46
Ausgesch. i. Kot	225,09	175,82	41,01	2,86	49,27
Ausgenutzt	413,41	380,22	148,72	12,24	32,19
ab für Grundfutter	287,56	277,70	51,86	5,30	9,86
Fischmehl	125,85	102,52	96,86	6,94	22,33
in Prozenten	70,1	81,0	84,7	100,0	42,2
Hammel 4					
Gesamtverzehr	638,50	556,04	189,73	15,10	82,46
Ausgesch. im Kot	225,77	173,66	36,71	2,94	52,11
Ausgenutzt	412,73	381,48	153,02	12,16	30,35
Ab für Grundfutter	285,35	276,17	52,36	4,93	9,18
Fischmehl	127,38	105,31	100,66	7,23	21,17
in Prozenten	71,0	83,2	88,0	100,0	40,0
Mittl. Verdauungskoeff.	70,6	82,1	86,4	100,0	41,1

Unter Benutzung dieser Verdauungskoeffizienten berechnet sich für das Fischmehl 2 folgender Gehalt an Roh- und verdaulichen Nährstoffen sowie an Stärkewert:

Tabelle 15.

	Rohnährstoffe %	Verdauliche Nährstoffe %
Rohprotein	63,74	55,04
Reineiweiß	58,61	49,91
Rohfett	3,54	3,54
Stärkewert		55,45

Periode IV.

Das zu vorliegendem Versuch verwandte Fischmehl 3 enthielt 91,84% Trockensubstanz

Tränkwasserkonsum, Harn- und Kotausscheidungen der zehntägigen Versuchsperiode gestalteten sich im Durchschnitt wie folgt:

Tabelle 16.

Hammel Nr.	Tränkwasser g	Harn g	Kot frisch g	Kot trocken g
1	1910	1326	452,4	241,66
2	7483	7269	471,5	248,32

In wasserfreiem Zustand enthielten das Fischmehl 3 sowie die in dieser Periode erhaltenen Fäzes folgende Zusammensetzung:

Tabelle 17.

	Fischmehl 3	Kot von Hammel 1	2
Organ. Substanz in %	74,57	75,22	77,37
Rohprotein „ %	65,74	17,90	18,74
Reineiweiß „ %	62,23	—	—
Rohfett „ %	5,58	1,58	1,50
Asche „ %	25,43	24,78	22,63
P_2O_5 „ %	10,38	8,86	6,32
Ca O „ %	11,67	11,27	11,68

In der nachstehend angegebenen Weise berechnet sich die Verdaulichkeit des Fischmehls 3:

Tabelle 18.
Periode IV. Fischmehl 3.

	Trocken-substanz %	Organ. Subst. %	Roh-protein %	Roh-fett %	Asche %
Hammel 1					
verzehrt pro Tag					
Grundfutter	459,06	429,46	75,35	8,74	29,60
Fischmehl 3, 200 g	183,68	136,97	120,75	10,27	46,71
Gesamtverzehr	642,74	566,43	196,10	19,01	76,31
Ausgesch. im Kot	241,66	181,78	43,26	3,82	59,88
Ausgenutzt	401,08	384,65	152,84	15,19	16,43
Ab für Grundfutter	289,98	280,66	52,58	5,34	9,32
Fischmehl	111,10	103,99	100,26	9,85	5,11
in Prozenten	60,5	75,9	83,0	95,9	10,9
Hammel 2					
verzehrt pro Tag	642,74	566,43	196,10	19,01	76,31
Ausgesch. im Kot	248,32	192,13	46,54	3,72	56,19
Ausgenutzt	394,42	374,30	149,56	15,29	20,12
Ab für Grundfutter	283,81	273,20	51,54	4,78	10,61
Fischmehl	110,61	101,10	98,02	10,51	9,51
in Prozenten	60,2	73,8	73,7	100,0	20,4
Mittlerer Verdauungskoeffizient	60,4	74,9	78,4	98,0	15,7

Demgemäß waren in dem hier verfütterten Fischmehl 3 an Roh- und verdaulichen Nährstoffen sowie an Stärkewert enthalten:

Tabelle 19.

	Rohnährstoffe %	Verdauliche Nährstoffe %
Rohprotein	65,74	51,51
Reineiweiß	62,23	47,99
Rohfett	5,58	5,47
Stärkewert	58,28	

Periode V.

Fischmehl 4 gelangte in der Periode V zur Verfütterung, den Trockensubstanzgehalt ermittelten wir mit 93,90%

Tränkwasserkonsum, Harn- und Kotausscheidung ergaben folgende Zahlen:

Tabelle 20.

Hammel Nr.	Tränkwasser g	Harn g	Kot frisch g	Kot trocken g
3	3024	2540	447,7	238,83
4	2255	1680	421,3	237,99

Die von uns untersuchte und verfütterte Probe sowie die in dieser Periode erhaltenen Fäzes enthielten in der Trockensubstanz:

Tabelle 21.

	Fischmehl 4	Kot von Hammel 3	Kot von Hammel 4
Organ. Substanz in %	69,80	73,23	71,59
Rohprotein „ %	66,08	16,49	71,59
Reineiweiß „ %	53,82	—	—
Rohfett „ %	3,13	1,16	1,37
Asche „ %	30,20	26,77	28,41
P_2O_5 „ %	13,10	9,45	11,39
Ca O „ %	14,40	13,64	13,28

Aus diesen Angaben über die Zusammensetzung des Futters und des Kotes berechnet sich nunmehr die Verdaulichkeit des Fischmehls 4 wie folgt:

Tabelle 22.
Periode V. Fischmehl 4.

	Trockensubstanz g	Organ. Subst. g	Rohprotein g	Rohfett g	Asche g
Hammel 3					
verzehrt pro Tag					
Grundfutter	459,06	429,46	75,35	8,74	29,60
Fischmehl 4	187,80	131,08	124,10	5,86	56,72
Gesamtverzehr	646,86	560,54	199,45	14,60	86,32
Ausgesch. im Kot	238,83	174,90	39,38	2,77	63,93

Tabelle 22. (Fortsetzung.)
Periode V. Fischmehl 4.

	Trocken-substanz g	Organ. Subst. g	Roh-protein g	Roh-fett g	Asche g
Ausgenutzt	408,03	385,64	160,07	11,83	22,39
Ab für Grundfutter	287,56	277,70	51,86	5,30	9,86
Fischmehl 4	120.47	107,94	108,21	6,53	12,53
in Prozenten	64,1	82,3	87,2	100,0	22,1
Hammel 4					
verzehrt pro Tag	646,86	560,54	199,45	14,60	86,32
Ausgesch. im Kot	237,99	170,38	36,84	3,26	67,61
Ausgenutzt	408,87	390,16	162,61	11,34	18,71
Ab für Grundfutter	285,35	276,17	52,36	4,93	9,18
Fischmehl 4	123,52	113,99	110,25	6,41	9,53
in Prozenten	65,8	87,0	88,8	100,0	16,8
Mittlerer Verdauungskoeffizient	65,0	84,7	88,0	100,0	19,5

Das Fischmehl 4 enthält daher an Roh- und verdaulichen Nährstoffen sowie an Stärkewert:

Tabelle 23.

	Rohnährstoffe %	Verdauliche Nährstoffe %
Rohprotein	66,08	58,15
Reineiweiß	53,82	45,89
Rohfett	3,13	3,13
Stärkewert	50,68	

Periode VI.

Der Trockensubstanzgehalt des in der VI. Periode verfütterten Fischmehls 5 betrug 84,33%.

Die verzehrten Wassermengen sowie ausgeschiedene Mengen von Harn und Kot waren im Durchschnitt von 10 Tagen folgende:

Tabelle 24.

Hammel Nr.	Tränkwasser g	Harn g	Kot frisch g	Kot trocken g
1	1931	1433	401,0	230,80
2	7378	6940	434,8	240,40

Das Fischmehl 5 sowie die in dieser Periode erhaltenen Kotproben waren in der Trockensubstanz folgendermaßen zusammengesetzt:

Tabelle 25.

		Fischmehl 5	Kot von Hammel 1	2
Organ. Substanz	in %	64,38	70,56	72,57
Rohprotein	in %	61,58	13,63	14,09
Reineiweiß	„ %	60,78	—	—
Rohfett	„ %	2,04	1,46	1,36
Asche	„ %	35,62	29,44	27,43
P_2O_5	„ %	14,12	11,20	8,55
Ca O	„ %	16,71	16,12	15,42

Die Berechnung der Verdaulichkeit des Fischmehls 5 ergibt folgendes Bild:

Tabelle 26.
Periode VI. Fischmehl 5.

	Trockensubstanz g	Organ. Subst. g	Rohprotein g	Rohfett-Trichloraethylenextrakt g	Asche g
Hammel 1					
verzehrt pro Tag					
Grundfutter	459,06	429,46	75,35	8,74	29,60
Fischmehl 5	168,66	108,58	103,86	3,47	60,08
Gesamtverzehr	627,72	538,04	179,21	12,21	89,68
Ausgesch. im Kot	230,80	162,85	31,46	3,37	67,95
Ausgenutzt	396,92	375,19	147,75	8,84	21,73
Ab für Grundfutter	289,98	280,66	52,58	5,34	9,32
Fischmehl 5	106,94	94,53	95,17	3,50	12,41
in Prozenten	63,4	87,1	91,6	100,0	20,7

Tabelle 26. (Fortsetzung.)
Periode VI. Fischmehl 5.

	Trocken-substanz g	Organ. Subst. g	Rohprotein g	Rohfett-Trichloraethylenextrakt g	Asche g
Hammel 2					
verzehrt pro Tag	627,72	538,04	179,21	12,21	89,68
Ausgesch. im Kot	240,40	174,46	33,87	3,27	65,94
Ausgenutzt	387,32	363,58	145,34	8,94	23,74
Ab für Grundfutter	283,81	273,20	51,54	4,78	10,61
Fischmehl 5	103,51	90,38	93,80	4,16	13,13
In Prozenten	61,4	83,2	90,3	100,0	21,9
Mittlerer Verdauungskoeffizient	62,4	85,2	91,0	100,0	21,3

Das Fischmehl 5 weist daher folgenden Gehalt an Roh- und verdaulichen Nährstoffen sowie an Stärkewert auf:

Tabelle 27.

	Rohnährstoffe %	Verdauliche Nährstoffe %
Rohprotein	61,58	56,01
Reineiweiß	60,78	55,21
Rohfett	2,04	2,04
Stärkewert	56,82	

Periode VII.

Zur Verfütterung gelangte Fischmehl 6. Wir stellten den Trokkensubstanzgehalt mit 85,34% fest.

Tränkwasserkonsum, Harn- und Kotmengen der VII. Periode:

Tabelle 28.

Hammel Nr.	Tränkwasser g	Harn g	Kot frisch g	Kot trocken g
3	2808	2253	388,7	213,23
4	2051	1492	389,8	219,32

Die Analyse des Fischmehls 6 sowie die der Fäzes der VII. Periode ergab folgende auf Trockensubstanz berechnete Zahlen:

Tabelle 29.

	Fisch-mehl 6	Kot von Hammel 3	4
Organ. Substanz in %	74,42	76,53	76,41
Rohprotein „ %	72,75	13,54	13,36
Reineiweß „ %	70,96	—	—
Rohfett „ %	4,58	1,48	1,73
Asche „ %	25,58	23,47	23,59
P_2O_5 „ %	10,04	7,56	8,77
Ca O „ %	11,07	12,80	11,98

Aus diesen Angaben über die Zusammensetzung des Fischmehls und des Kotes berechnet sich nunmehr die Verdaulichkeit des Fischmehls 6 wie folgt:

Tabelle 30

Periode VII. Fischmehl 6.	Trocken-substanz g	Organ. Subst. g	Roh-protein g	Roh-fett g	Asche g
Hammel 3					
verzehrt pro Tag					
Grundfutter	459,06	429,46	75,35	8,74	29,60
Fischmehl 6	170,68	127,02	124,17	7,86	43,66
Gesamtverzehr	629,74	556,48	199,52	16,60	73,26
Ausgesch. im Kot.	213,23	163,18	28,87	3,16	50,05
Ausgenutzt	416,51	393,30	170,65	13,44	23,21
Ab für Grundfutter	287,56	277,70	51,86	5,30	9,86
Fischmehl	128,95	115,60	118,79	8,14	13,35
In Prozenten	75,6	91,0	95,7	100,0	30,6
Hammel 4					
verzehrt pro Tag	629,74	556,48	199,52	16,60	73,26
Ausgesch. im Kot	219,32	167,58	33,69	3,79	51,74
Ausgenutzt	410,42	388,90	165,83	12,81	21,52
Ab für Grundfutter	285,35	276,17	52,36	4,93	9,18
Fischmehl	125,07	112,73	113,47	7,88	12,34
In Prozenten	73,3	88,7	91,4	100,0	28,3
Mittlerer Verdauungskoeffizient	74,5	89,9	93,6	100,0	29,5

Der Gehalt des Fischmehls 6 an Roh- und verdaulichen Nährstoffen sowie an Stärkewert ist aus folgender Tabelle ersichtlich:

Tabelle 31.

	Rohnährstoffe %	Verdauliche Nährstoffe %
Rohprotein	72,75	68,06
Reineiweiß	70,96	66,27
Rohfett	4,58	4,58
Stärkewert	73,41	

Periode VIII.

Die VIII. Periode dient der Ermittlung der Verdaulichkeit des Grundfutters für Hammel 5 und 6. Da diese Grundfutterperiode bei Beginn der anderen Versuchsperioden nicht vorgesehen war, mußten Kleeheu und Roggenkleie erneut hierfür abgewogen werden. Der Trockensubstanzgehalt betrug für das Kleeheu 81,14%, für die Roggenkleie 88,02%. Die Versuchsanordnung war jedoch dieselbe wie in den übrigen Fütterungperioden.

In dieser Periode waren die Durchschnittswerte für Tränkwasserkonsum, Harn- und Kotausscheidung folgende:

Tabelle 32.

Hammel Nr.	Tränkwasser g	Harn g	Kot frisch g	Kot trocken g
5	1565	819	474,8	213,21
6	1449	843	458,8	226,46

Die Analyse des Futters wurde bereits in Tabelle 2 gebracht, diejenige der Kotproben der VIII. Periode folgt in Tabelle 33:

Tabelle 33.

	Kot von Hammel 5	6
Organ. Substanz in %	86,70	88,35
Rohprotein „ %	12,92	13,19
N-freie Extraktstoffe „ %	42,12	41,71
Rohfett „ %	1,97	1,84
Rohfaser „ %	29,69	31,61
Asche „ %	13,30	11,65
P_2O_5 „ %	4,07	3,20
Ca O „ %	5,16	4,69

Das Grundfutter wurde von Hammel 5 und 6 folgendermaßen verdaut:

Tabelle 34.
Periode VIII. Grundfutter.

	Trocken-subst. g	Organ. Subst. g	Roh-protein g	N-freie Extr.-stoffe g	Roh-fett g	Roh-faser g	Asche g
Hammel 5							
verzehrt pro Tag							
500 g Kleeheu II	405,70	377,79	66,49	174,41	5,52	131,37	27,91
200 g Rog.-kleie II	176,04	166,45	28,99	120,85	5,56	11,04	9,59
Gesamtverzehr	581,74	544,24	95,48	295,26	11,08	142,41	37,50
Ausgesch. i. Kot	213,21	184,85	27,55	89,80	4,20	63,30	28,36
Ausgenutzt	368,53	359,39	67,93	205,46	6,88	79,11	9,14
In Prozenten	63,4	66,0	71,2	69,6	62,1	55,6	24,4
Hammel 6							
verzehrt pro Tag	581,74	544,24	95,48	295,26	11,08	142,41	37,50
Ausgesch. i. Kot.	226,46	200,08	29,87	94,46	4,17	71,58	26,38
Ausgenutzt	354,28	344,16	65,61	200,80	6,91	70,83	11,12
In Prozenten	60,90	63,2	68,7	68,0	62,4	49,7	29,7
Mittel aus den Verdauungskoeff.	62,2 [1])	64,6	69,9	68,8	62,2	52,6	27,0

Periode IX.

In dieser Periode wurde Fischmehl 7 verfüttert. Den Trockensubstanzgehalt ermittelten wir mit 87,28%.

Während des zehntägigen Hauptversuchs wurden für den Tränkwasserkonsum sowie für die Harn- und Kotausscheidungen folgende Durchschnittszahlen erhalten:

Tabelle 35.

Hammel Nr.	Tränkwasser g	Harn g	Kot frisch g	Kot trocken g
1	2465	1844	410,7	218,22
2	7694	7142	418,2	218,60

[1]) Für die Berechnung der Verdauungskoeffizienten für Fisch- bzw. Walmehl wurden die obenstehenden Mittelzahlen nicht benutzt. Die Berechnung erfolgte auf Grund des von jedem einzelnen Tier für die verschiedenen Nährstoffgruppen erhaltenen Verdauungskoeffizienten.

Die Analyse von Fischmehl und Kotproben ergab folgende auf wasserfreie Substanz berechneten Zahlen:

Tabelle 36.
Fischmehl 7, Kot von Hammel 1 und 2.

	Fischmehl 7	Kot von Hammel 1	2
Organ. Substanz in %	75,78	77,02	79,07
Rohprotein „ %	64,39	15,85	16,88
Reineiweiß „ %	46,55	—	—
Rohfett „ %	9,32	1,58	1,54
Asche „ %	24,22	22,98	20,93
P_2O_5 „ %	7,92	6,81	4,97
Ca O „ %	9,28	10,74	10,85

Auf Grund der im vorstehenden verzeichneten Angaben berechnet sich nunmehr die bei der Fütterung dieses Fischmehls verzehrte, ausgeschiedene und verdaute Menge von Einzelbestandteilen nach folgender Tabelle:

Tabelle 37.
Periode IX. Fischmehl 7.

	Trockensubstanz g	Organ. Subst. g	Rohprotein g	Rohfett g	Asche g
Hammel 1					
verzehrt pro Tag					
Grundfutter	459,06	429,46	75,35	8,74	29,60
Fischmehl 7	174,56	132,28	112,40	16,52	42,25
Gesamtverzehr	633,62	561,74	187,75	25,26	71,88
Ausgesch. i. Kot	218,22	168,07	34,59	3,45	50,15
Ausgenutzt	415,40	393,67	153,16	21,81	21,73
Ab für Grundfutter	289,98	280,66	52,58	5,34	9,32
Fischmehl	125,42	113,01	100,58	16,47	12,41
In Prozenten	71,8	85,4	89,5	99,7	29,4
Hammel 2					
verzehrt pro Tag	633,62	561,74	187,75	25,26	71,88
Ausgesch. i. Kot	218,60	172,85	36,90	3,37	45,75
Ausgenutzt	415,02	388,89	150,85	21,89	26,13
Ab für Grundfutter	283,81	273,20	51,54	4,78	10,61
Fischmehl	131,21	115,69	99,31	17,11	15,52
In Prozenten	75,2	87,5	88,4	100,0	36,7
Mittlerer Verdauungskoeffizient	73,5	86,5	88,5	99,9	33,1

Danach enthielt das Fischmehl 7 folgende Menge an Roh- und verdaulichen Nährstoffen sowie an Stärkewert:

Tabelle 38.

	Rohnährstoffe %	Verdauliche Nährstoffe %
Rohprotein	64,39	57,34
Reineiweiß	46,55	39,50
Rohfett	9,32	9,31
Stärkewert	59,56	

Periode X.

Der Trockensubstanzgehalt des in dieser Periode verfütterten Fischmehls Nr. 8 wurde von uns mit 89,69% ermittelt.

Der durchschnittliche Konsum an Tränkwasser sowie die während des Hauptversuches erhaltenen Harn- und Kotmengen sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 39.

Hammel Nr.	Tränkwasser g	Harn g	Kot frisch g	Kot trocken g
3	2393	1702	399,0	219,16
4	2049	1352	424,4	213,69

Die chemische Untersuchung des Fischmehls sowie die während der Periode erhaltenen Kotproben lieferten folgende Zahlen in der wasserfreien Substanz:

Tabelle 40.
Fischmehl 8. Kot von Hammel 3 und 4.

	Fischmehl 8	Kot von Hammel 3	4
Organ. Substanz in %	84,99	82,50	80,21
Rohprotein „ %	74,18	17,63	16,76
Reineiweiß „ %	69,46	—	—
Rohfett „ %	10,47	1,61	1,84
Asche „ %	15,01	17,50	19,79
P_2O_5 „ %	6,53	5,33	7,54
Ca O „ %	6,11	8,73	8,54

Unter Zugrundelegung der aus obigen Tabellen erhaltenen Werte berechnet sich die Verdaulichkeit der einzelnen Rohnährstoffe nach folgender Tabelle:

Tabelle 41.
Periode X. Fischmehl 8.

	Trocken-substanz g	Organ. Subst. g	Roh-protein g	Roh-fett g	Asche g
Hammel 3					
verzehrt pro Tag					
Grundfutter	459,06	429,46	75,35	8,47	29,60
Fischmehl 8	179,38	152,46	133,06	19,10	26,92
Gesamtverzehr	639,44	581,92	208,41	27,84	56,52
Ausgesch. im Kot	219,16	180,81	38,64	3,53	38,35
Ausgenutzt	420,28	401,11	169,77	24,31	18,17
Ab für Grundfutter	287,56	277,70	51,86	5,30	9,86
Fischmehl	132,72	123,41	117,91	19,01	8,31
In Prozenten	74,0	80,9	88,6	99,5	30,9
Hammel 4					
verzehrt pro Tag	639,44	581,92	208,41	27,84	56,52
Ausgesch. im Kot	213,69	171,40	35,81	3,93	42,29
Ausgenutzt	425,75	410,52	172,60	23,91	14,23
Ab für Grundfutter	285,35	276,17	52,36	4,93	9,18
Fischmehl	140,40	134,35	120,24	18,98	5,05
In Prozenten	78,3	88,1	90,4	99,4	18,8
Mittlerer Verdauungskoeffizient	76,2	84,5	89,5	99,5	24,9

Das Fischmehl 8 wies daher folgenden Gehalt an Roh- und verdaulichen Nährstoffen sowie an Stärkewert auf:

Tabelle 42.

	Rohnährstoffe %	Verdauliche Nährstoffe %
Rohprotein	74,18	66,39
Reineiweiß	69,46	61,67
Rohfett	10,47	10,42
Stärkewert	83,07	

Periode XI.

In dieser Periode fütterten wir Walmehl. Die Trockensubstanz betrug 91,80%.

Tränkwasserkonsum, Harn- und Kotausscheidungen dieser Periode sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 43.

Hammel Nr.	Tränkwasser g	Harn g	Kot frisch g	Kot trocken g
5	1774	878	557,0	263,02
6	1833	924	619,7	269,77

Die auf wasserfreie Substanz bezogenen Werte für die Zusammensetzung des Walmehls sowie für die aus dem Hauptversuch erhaltenen Kotproben gehen aus Tabelle 44 hervor:

Tabelle 44.
Walmehl, Kot von Hammel 5 und 6.

		Walmehl	Kot von Hammel 5	6
Organ. Substanz in	%	74,62	76,43	77,16
Rohprotein	„ %	58,97	22,30	23,51
Reineiweiß	„ %	41,43	—	—
Rohfett	„ %	13,08	1,34	2,03
Asche	„ %	25,38	23,57	22,84
P_2O_5	„ %	10,33	8,54	8,37
Ca O	„ %	13,21	12,23	11,06

In der nachstehend angegebenen Weise berechnet sich nun die Verdaulichkeit des Walmehles unter Zugrundelegung der in der VIII. Periode erhaltenen Verdauungskoeffizienten für das Grundfutter:

Tabelle 45.
Periode XI. Walmehl.

	Trockensubstanz g	Organ. Subst. g	Rohprotein g	Rohfett-Trichloraethylenextrakt g	Asche g
Hammel 5					
verzehrt pro Tag					
Grundfutter	463,10	433,22	76,02	8,79	29,88
Walmehl	183,60	137,00	108,27	24,17	46,60
Gesamtverzehr	646,70	570,22	184,29	32,96	76,48
Ausgesch. im Kot	263,02	201,03	58,65	3,52	61,99

Tabelle 45. (Fortsetzung.)
Periode XI, Walmehl.

	Trocken-substanz g	Organ. Subst. g	Rohprotein g	Rohfett-Trichlor-aethylenextrakt g	Asche g
Ausgenutzt	383,68	369,19	125,64	29,44	14,49
Ab für Grundfutter	293,37	286,10	54,09	5,46	7,28
Walmehl	90,31	83,09	71,55	23,98	7,21
In Prozenten	49,2	60,6	66,1	99,2	15,5
Hammel 6					
verzehrt pro Tag	646,70	570,22	184,29	32,96	76,48
Ausgesch. im Kot	269,77	208,15	63,42	5,48	61,62
Ausgenutzt	376,93	362,07	120,87	27,48	14,86
Ab für Grundfutter	282,03	273,97	52,24	5,48	8,86
Walmehl	94,90	88,10	68,63	22,00	6,00
In Prozenten	51,7	64,3	63,4	91,0	12,8
Mittlerer Verdauungskoeffizient	50,5	62,5	64,8	95,1	14,2

Der prozentuale Gehalt das Walmehles an Roh- und verdaulichen Nährstoffen sowie an Stärkewert wird in Tabelle 46 verglichen:

Tabelle 46.

	Rohnährstoffe %	Verdauliche Nährstoffe %
Rohprotein	58,97	38,19
Reineiweiß	41,43	20,65
Rohfett	13,08	12,44
Stärkewert	49,39	

Periode XII.

Die Ergebnisse und Berechnungen der XII. Periode sind bereits gleich hinter Periode I gebracht. Sie diente, wie letztere, der Ermittlung der Verdauungskoeffizienten für das Grundfutter für Hammel 1 bis 4.

Periode XIII.

In dieser Periode wurde die Verdaulichkeit von Fischmehl 10 ermittelt. Der Trockensubstanzgehalt wurde mit 89,70% festgestellt.

Es folgt wiederum die tabellarische Aufstellung der für die Berechnung der Verdaulichkeit nötigen Zahlen.

In der Tabelle 47 sind Tränkwasserkonsum, Harn- und Kotausscheidungen während der zehntägigen Hauptperiode zusammengestellt.

Tabelle 47.

Hammel Nr.	Tränkwasser g	Harn g	Kot frisch g	Kot trocken g
5	2198	1123	419,8	224,05
6	2468	1483	405,0	224,91

Die Analyse des Fischmehls und der Kotproben dieser Periode ergab folgende auf Trockensubstanz berechneten Werte:

Tabelle 48.

		Fischmehl 10	Kot von Hammel 5	6
Organ. Substanz in	%	76,53	76,26	75,99
Rohprotein	„ %	71,09	15,20	14,85
Reineiweiß	„ %	58,23	—	—
Rohfett	„ %	6,46	1,80	1,57
Asche	„ %	23,47	23,74	24,01
P_2O_5	„ %	8,84	8,54	8,81
Ca O	„ %	9,58	11,01	11,30

Nach diesen Zusammenstellungen wurden vom Fischmehl 10 verdaut in Prozenten der Einzelbestandteile:

Tabelle 49.
Periode XIII. Fischmehl 10.

	Trockensubstanz g	Organ. Subst. g	Rohprotein g	Rohfett g	Asche g
Hammel 5					
verzehrt pro Tag					
Grundfutter	463,10	433,22	76,02	8,79	29,88
Fischmehl 10	179,40	137,29	127,54	11,74	42,11
Gesamtverzehr	642,50	570,51	203,56	20,53	71,99
Ausgesch. im Kot	224,05	170,86	34,06	4,03	53,19
Ausgenutzt	418,45	399,65	169,50	16,50	18,80
Ab für Grundfutter	293,37	286,10	54,09	5,46	7,28
Fischmehl	125,08	113,55	115,41	11,04	11,52
In Prozenten	69,7	82,7	90,5	94,0	27,4

Tabelle 49. (Fortsetzung.)
Periode XIII. Fischmehl 10.

	Trocken-substanz g	Organ. Subst. g	Roh-protein g	Roh-fett g	Asche g
Hammel 6					
verzehrte pro Tag	642,50	570,51	203,56	20,53	71,99
Ausgesch. im Kot	224,91	170,91	33,40	3,53	54,00
Ausgenutzt	417,59	399,60	170,16	17,00	17,99
Ab für Grundfutter	282,03	273,97	52,24	5,48	8,89
Fischmehl	135,56	125,63	117,92	11,52	9,10
In Prozenten	75,6	91,5	92,5	98,1	21,6
Mittlerer Verdauungskoeffizient	72,7	87,1	91,5	96,1	24,5

Demgemäß wies das hier verfütterte Fischmehl folgenden Gehalt an Roh- und verdaulichen Nährstoffen sowie an Stärkewert auf:

Tabelle 50.

	Rohnährstoffe %	Verdauliche Nährstoffe %
Rohprotein	71,09	65,05
Reineiweiß	58,23	52,19
Rohfett	6,46	6,21
Stärkewert	64,02	

Im Anschluß an die Fütterungsversuche geben wir zunächst die Analyse von Fischmehl 11 an. Wie bereits erwähnt, wurde die Verdaulichkeit dieses Mehles nicht ermittelt, weil sich in ihm eine größere Anzahl langer, spitzer Gräten befand, die zu entfernen eine Verbesserung des Fischmehles bezüglich seiner prozentualen Zusammenstellung ergeben hätte. Es handelt sich um ein fettreiches Elbheringsmehl mit 92,05% wasserfreier Substanz.

Die chemische Analyse lieferte folgende auf Trockensubstanz berechneten Werte:

	Organ. Subst. %	Roh-prot. %	Rein-eiweiß %	Roh-fett %	Asche %	P_2O_5 %	CaO %
Fischmehl 11	84,62	57,61	49,49	21,64	15,38	4,77	4,44

Im allgemeinen haben also unsere Untersuchungen bewiesen, daß Fischmehle nährstoffreiche und hochverdauliche Futtermittel sind, die bei sachgemäßer Verabreichung wohl geeignet sind, mit Erfolg in der landwirtschaftlichen Nutzviehhaltung Verwendung finden zu können.

In nachstehender Zusammenstellung stehen die zugeführten Phosphorsäure- und Kalkmengen im Vergleich zu den im Körper verbliebenen. (s. Tabelle S. 43.)

Vergleichsweise Gegenüberstellung der von uns untersuchten Fischmehlproben einschließlich des Walmehles.

Für die Beurteilung der in vorliegenden Versuchen geprüften Fischmehle sind mehrere Faktoren maßgebend.

Die chemische Analyse gibt uns zwar weitgehenden Aufschluß über die Zusammensetzung, doch beweisen wieder unsere Fütterungsversuche, daß man nicht immer in der Lage ist, auf Grund der Analyse ein abschließendes Urteil über den eigentlichen Futterwert zu fällen. Ein hoher Gehalt an Rohprotein und Eiweiß verleiht diesem oder jenem Fischmehl den Anschein einer besonderen Qualität, doch nicht jedes Eiweiß ist gleich gut verdaulich.

Zweifellos spielt die Gewinnung des Fischmehls, die Behandlung während der Herstellung, eine große Rolle für die Verdaulichkeit des Proteins.

Um die Behandlungsweise von Fischmehlen bei ihrer Herstellung erkennen zu können, leistet zunächst schon die mikroskopische Untersuchung vorzügliche Dienste. Aber auch Verunreinigungen und Verfälschungen lassen sich durch eine mikroskopische Untersuchung erkennen. Näheres über die mikroskopische Untersuchung selbst haben wir bereits in dem dafür gewidmeten Abschnitt dieser Arbeit gebracht.

Der Beurteilung der von uns untersuchten Fischmehle und des Walmehles haben wir vor allen Dingen ihren Gehalt an verdaulichem Eiweiß zugrunde gelegt, haben aber auch gleichzeitig unser Augenmerk darauf gerichtet, welche Beziehungen zwischen der Verdaulichkeit des Eiweißes und dem mikroskopischen Befund bestehen. Wir beginnen unsere Betrachtungen mit demjenigen Fischmehl, welches nach unseren Untersuchungen das beste war.

Fischmehl 6 ist ein englisches Fabrikat. Es wurde der mikroskopischen Prüfung nach aus Dorschabfällen und ganzen Tieren hergestellt. Die hohe Verdaulichkeit des Eiweißes ist außer der Art des Ursprungsmaterials (Dorsch) vor allen Dingen der Verarbeitungsweise zuzuschreiben. Nach der Beschaffenheit der Fleischfasern handelt es sich um schwach gedämpfte Ware. Die Trocknung ist nicht sehr vollständig gewesen, doch hat der Wassergehalt keine nachteiligen Folgen für die Haltbarkeit gehabt.

Fischmehl 8 ist ein norwegisches Frischheringsmehl. Es weist

Verwertung von Phosphorsäure und Kalk.

Hammel	Grundfutter P_2O_5 g	Grundfutter Ca O g	Fischmehl P_2O_5 g	Fischmehl Ca O g	Fischmehl P_2O_5 g	Fischmehl Ca O g	Fischmehl P_2O_5 g	Fischmehl Ca O g	Fischmehl P_2O_5 g	Fischmehl Ca O g	Grundfutter P_2O_5 g	Grundfutter Ca O g
1. verzehrt	6,48	9,19	18,69	21,21	24,25	28,91	28,99	35,65	19,01	23,73	6,48	9,25
behält	—0,22	—0,25	1,02	0,49	1,06	1,60	0,76	—1,66	1,34	0,19	—0,61	—1,02
2. verzehrt	6,48	9,48	18,69	21,83	24,25	29,53	28,99	36,25	19,01	24,31	6,48	9,89
behält	—0,11	+0,09	0,50	0,46	0,36	0,30	1,18	—1,04	1,04	0,34	—0,40	—0,87
3. verzehrt	6,48	9,28	18,96	21,50	29,78	34,63	22,32	26,46	16,89	18,48	6,48	9,39
behält	—0,26	—0,43	1,18	0,57	1,83	1,91	0,82	—0,99	0,98	—0,79	—0,17	—1,09
4. verzehrt	6,48	9,24	18,96	21,49	29,78	34,55	22,32	26,38	16,89	18,45	6,48	9,30
behält	—0,21	—0,39	1,54	0,93	2,49	2,84	1,32	0,04	0,59	0,07	—0,70	—1,34
5. verzehrt	6,58	9,35	24,18	31,80	21,07	24,78						
behält	—2,13	—1,85	1,40	—0,40	1,84	0,04						
6. verzehrt	6,58	9,34	24,18	31,80	21,07	24,81						
behält	—0,69	—1,59	1,52	1,93	1,10	—0,91						

Negative Werte bedeuten größere Ausgabe als Einnahme.

zwar einen höheren Rohproteingehalt auf als Fischmehl 6, steht aber bezüglich seines Gehaltes an verdaulichem Eiweiß hinter letzterem zurück. Die Ursache ist scheinbar in dem geringeren Amidgehalt des Fischmehls 6 zu suchen. Die Erhitzung dieses Fischmehls dürfte aber auch sehr gelinde gewesen sein, wodurch die Beschaffenheit der Fleischfasern, also des eiweißhaltigen Bestandteiles, wenig verändert wurde. Der hohe Fettgehalt von 10,47% setzt den Stärkewert naturgemäß bedeutend herauf.

Fischmehl 1 stellt ebenfalls eine gute Qualität dar. Es wurde in der Fischmehlfabrik von Dr. Stern in Schlutup b. Lübeck hergestellt. Ueber die Arbeitsweise dieser Fabrik haben wir schon in der Einleitung näheren Aufschluß gegeben. Der mikroskopischen Prüfung nach handelt es sich um ein normales Fischmehl aus kleinen gesalzenen Fischen der Heringsfamilie. Der hohe Gehalt an Protein sowie der normale Gehalt an mineralischen Bestandteilen lassen vermuten, daß das Mehl vorwiegend aus ganzen Fischen hergestellt wurde. Der Kochsalzgehalt wurde nach dem eingangs erwähnten Verfahren stark reduziert, während der Fettgehalt als mittel zu bezeichnen ist.

Fischmehl 5 wurde aus getrockneten Köpfen und Gräten des Dorsches bereitet und wurde aus Norwegen eingeführt. Der Gehalt an mineralischen Bestandteilen ist mit 35,62% in der Trockensubstanz sehr hoch. Der geringe Amidgehalt sowie die hohe Verdaulichkeit des Eiweißes lassen jedoch darauf schließen, daß bei der Bereitung des Mehles eiweißabbauende und -zerstörende Eingriffe nicht gemacht wurden. Dem Geruche nach wurde das Ausgangsmaterial an der Luft getrocknet. Ein solches Fischmehl kann aber den Nachteil haben, daß es nicht genügend durchtrocknet. Wir haben den Wassergehalt mit 15,67% festgestellt, leider aber auch die Bemerkung machen müssen, daß es, verglichen mit den anderen hier untersuchten Proben, — trotz günstiger Aufbewahrung — nicht haltbar genug war.

Fischmehl 10 wurde in Cuxhaven hergestellt. Es müßte nach dem Proteingehalt bereits an dritter Stelle kommen. Der hohe Gehalt an Amiden drückt den Gehalt an verdaulichem Eiweiß stark herab. Hohe Temperaturen bei der Gewinnung dürften die Ursache hierzu sein. Der Aschengehalt ist durchaus normal, über den Fettgehalt läßt sich nichts besonderes sagen.

Fischmehl 2 wurde wie Fischmehl 1 in Schlutup hergestellt. Obwohl es sich bei diesem Fischmehl offenbar sowohl um dasselbe Ausgangsmaterial als auch um dieselbe Zubereitungsart handelt, lieferten unsere Untersuchungen dennoch ein für Fischmehl 2 niedrigeres Ergebnis. Die Ursache ist aber indirekt in dem höheren Kochsalzgehalt des letzteren zu suchen. Bei der Berechnung des verdaulichen Eiweißes spielt der prozentuale Gehalt des Fischmehls an Rohprotein insofern eine Rolle als aus ihm und dem Gehalt an Reineiweiß der Amidgehalt errechnet wird, ein höherer Gehalt an Amiden aber wiederum den Wert für verdauliches Eiweis herabsetzt. Naturgemäß setzt ein hoher prozentualer Mineralstoffgehalt den prozentualen Gehalt an allen übrigen Rohnährstoffen herab. Dies gilt wiederum besonders von Rohprotein als vorwiegend vorhandenem

Rohnährstoff. Rechnet man das Fischmehl 2 jedoch auf denselben Kochsalzgehalt wie Fischmehl 1 um, so muß man bei der Berechnung des verdaulichen Eiweißes die Wahrnehmung machen, daß sich die Werte fast gleichen.

Fischmehl 3 stammt aus Hamburg. Es besteht aus einem Gemisch von heringsähnlichen und angebrannten kleinen Fischen, wahrscheinlich sardinenähnlichen, worauf der Name des Fischmehls „Marke Pilchard" (von Clupea pilchardus) hindeutet. Es handelt sich wahrscheinlich um ein Fischmehl, dessen einzelne Komponenten auf verschiedene Art bereitet wurden, es besteht aber auch die Möglichkeit, daß die angebrannten Teile aus einer Fischbraterei stammen, wo sie als verbrannt verworfen wurden. In Fischmehlfabriken modernen Stils ist ein Anbrennen von Material wegen der ausschließlichen Behandlung mit Wasserdampf wohl unmöglich. Die Verdaulichkeit des Proteins ist vermindert, sodaß diese Annahme bei der Begutachtung des mikroskopischen Befundes im Fütterungsversuch ihre Bestätigung fand. Der Aschengehalt ist mittel.

Fischmehl 4 ist ein Stichlingsmehl und wurde in Pillau (Ostpr.) hergestellt. Wie schon der mikroskopische Befund sagt, handelt es sich um ein Mehl, welches bei dem Verfahren der Herstellung stark erhitzt wurde. Es darf daher nicht anders zu erwarten sein, als daß die Verdaulichkeit des Eiweißes durch diese Maßnahme stark beeinträchtigt wurde. Der Wert betrug für verdauliches Eiweiß nur 45,89% bei einem Gehalt an Rohprotein von 66,08% und einem solchen von verdaulichem Rohprotein von 58,15%. Der hohe Aschengehalt von 30,20% vermindert den Wert dieses Fischmehls ebenfalls bedeutend.

Fischmehl 7 wird als englisches Weißfischmehl bezeichnet. Es ist kein reines Fischmehl. Das Vorhandensein von tierischen Haaren und pflanzlichen Gewebselementen weist auf eine Verfälschung mit Tierkörpermehl hin. Bei einem Gehalte an Rohprotein von 64,39% beträgt der Gehalt an Reineiweiß nur 46,55%. Es enthält demnach 17,84% Amide, welche den Gehalt an verdaulichem Rohprotein von 57,34% auf 39,50% verdauliches Eiweiß herabdrücken. Dabei ist der Aschengehalt mit 24,22% normal. Der Stärkewert wird durch den hohen Fettgehalt bedeutend erhöht, sodaß das Fischmehl hiernach beurteilt an die fünfte statt neunte Stelle gerückt würde. Das Fischmehl muß wegen des Vorhandenseins unzulässiger Bestandteile als minderwertig bezeichnet werden.

Das Walmehl stellt ein normales Produkt aus stark erhitztem Walfleisch und Walknochen dar. Der hohe Fettgehalt von 13,08% verursacht den tranigen Geruch, sodaß es bei unseren Versuchen einiger Geruchs- und Geschmackskorrigentien bedurfte, um es den Tieren einverleiben zu können. Das Walmehl enthielt 58,97% Rohprotein, 38,19% verdauliches Rohprotein und 20,65% verdauliches Eiweiß, bedingt durch den hohen Amidgehalt von 17,54%. Es geht aus diesen Zahlen natürlich klar hervor, daß eine Vermengung von Fischmehl mit Walmehl schon aus diesem Grunde als grobe Verfälschung anzusehen ist.

Zusammenfassung.

Die vorliegenden Versuche haben erneut bewiesen, daß für die Beurteilung eines Fischmehls der Gehalt an **verdaulichem Eiweiß** der wertbestimmende Faktor ist.

Der **Stärkewert** der Fischmehle weist je nach ihrem Gehalt an Fett erhebliche Schwankungen auf. In erster Linie ist für die Fischmehle als Futtermittel das Eiweiß der wertbestimmende Bestandteil. Infolgedessen wäre es unrichtig, die Fischmehle vorwiegend nach ihrem Stärkewert beurteilen zu wollen. Je asche-, fett- oder salzreicher ein Fischmehl ist, desto geringer ist sein Wert als Eiweißfuttermitfel.

Ein allzu hoher Aschengehalt muß nach unseren Feststellungen, wie gesagt, als mindestens unerwünscht gelten. Es sind danach bezüglich des Ursprungsmaterials solche Mehle vorzuziehen, welche aus ganzen Fischen bereitet wurden. Mehle aus Abfällen sind meistens sehr aschereich.

Hohe Erhitzung bei der Herstellung vermindert stets die **Eiweißverdaulichkeit.** Lufttrocknung verschafft den Fischmehlen keine genügende Haltbarkeit. Schwach gedämpfte und bei gelinder Wärme getrocknete Fischmehle sind in dieser Beziehung wesentlich die besten.

Walmehl steht hinter Fischmehl zurück, die Eiweißverdaulichkeit ist gering. Es ist also die Vermischung beider Mehle mit Rücksicht auf den geringen Futterwert des Walmehles als unzulässig zu bezeichnen.

Nachteilige Folgen einer Verfütterung von Fischmehl bezw. Walmehl haben sich bei den Versuchstieren nicht eingestellt. Erwähnt sei nur, daß der Tränkwasserkonsum bei der Verfütterung von Fischmehl bei sämtlichen Tieren zum Teil erheblich gesteigert wurde.

Lebenslauf.

Am 30. März 1901 wurde ich in Rostock als Sohn des Oberpostinspektors Ernst Schulz geboren. Ich bin evangelisch-lutherischer Konfession. Von Ostern 1906 bis Ostern 1919 besuchte ich das Rostocker Realgymnasium. Die Reifeprüfung legte ich im Potsdamer Realgymnasium ab. Ab 1. Januar 1920 widmete ich mich der Apothekerlaufbahn und bestand in Herbst 1925 die pharmazeutische Hauptprüfung in Rostock. In den folgenden Semestern studierte ich Nahrungsmittelchemie. Am 10. Mai 1926 bestand ich in Rostock die Vorprüfung für Nahrungsmittelchemie. Im Sommersemester 1926 und im Wintersemester 1926/27 studierte ich in Berlin. Vom 1. September 1927 ab arbeitete ich in der Rostocker Landwirtschaftlichen Versuchsstation, wo ich die in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Versuche durchführte. Seit dem 1. Oktober 1929 bin ich in der Landes-Lebensmittel-Untersuchungsanstalt als Praktikant beschäftigt und gedenke, nach erfolgter Promotion die Nahrungsmittelchemiker-Hauptprüfung abzulegen.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, Herrn Prof. Dr. Honcamp herzlichst zu danken für das große Interesse, welches er jederzeit meinen wissenschaftlichen Arbeiten entgegengebracht hat.

Ich besitze die Mecklbg. Schwerinsche Staatsangehörigkeit.